

КАФЕДРА «ЭЛЕКТРОТЕХНИКА
И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
СИСТЕМЫ» В ГОД 80-ЛЕТИЯ

Екатеринбург
2015

УДК
ББК
К30

К30 Кафедра «Электротехника и электротехнологические системы»
в год 80-летия / ФГАОУ ВПО «УрФУ им. первого Президента России
Б. Н. Ельцина»; сост. Ф.Е. Тарасов. — Екатеринбург: Издательство
АМБ, 2015. – ?? с.

УДК
ББК

© ФГАОУ ВПО «УрФУ
им. первого Президента России
Б. Н. Ельцина», 2015
© Оформление. Издательство АМБ, 2015

ВВЕДЕНИЕ

В предлагаемом читателю издании приводятся краткие сведения о становлении и развитии кафедры «Электротехника и электротехнологические системы», которой в 2014 г. исполнилось 80 лет.

С 1934 до 1994 г. кафедра развивалась как общая и носила название «Общая электротехника». Этот отрезок времени совпал с советским периодом жизни страны. Кафедра создавалась с нуля, преподавательский коллектив, лабораторная и методическая база формировались на пустом месте усилиями энтузиастов и талантливых организаторов. Они заложили прочную базу для дальнейшего развития лабораторий, библиотеки учебно-методической литературы, научных направлений кафедры. Их ученики продолжили развитие кафедры, развили научные и методические основы.

Была создана уникальная лаборатория общей электротехники и электроники (в двух частях) с фронтальным методом проведения занятий группой студентов. Были созданы руководства по проведению лабораторных работ, а также тестовые материалы для проверки знаний студентов. Следует особо отметить работу коллектива кафедры по созданию материалов и чтению телевизионных лекций по общей электротехнике и электронике для работников БАМа (строящейся Байкало-Амурской магистрали). Некоторые сотрудники были отмечены различными наградами за эту работу.

Сложилось оригинальное научное направление, связанное с развитием электромеханических преобразователей энергии с разомкнутыми магнитопроводами для металлургии и транспорта.

Кафедра вырастила своих докторов и кандидатов наук, профессоров и доцентов. В коллективе преподавателей появилось молодое подкрепление в лице аспирантов и докторантов, развивалась студенческая наука.

Второй период развития кафедры совпал с периодом перестройки в стране. Ушло в небытие плановое хозяйство, появился рынок. Кафедра в 1994 г. изменила свое название на «Электротехника и электротехноло-

гические системы» и открыла подготовку специалистов по специальности «Электротехнологические установки и системы». Пришлось решать новые проблемы, связанные с созданием лабораторной базы, учебных пособий и методических разработок по специальным дисциплинам, появились затруднения с обеспечением этих дисциплин преподавательскими кадрами. Наметилась утечка молодежи из высшей школы. На кафедре был открыт класс двухгодичной электротехнической подготовки школьников, решающий в значительной степени задачу их профессиональной ориентации. Одновременно с этим расширились связи с предприятиями региона и с соответствующими кафедрами других институтов в России и за рубежом.

Можно выделить третий период жизни кафедры — с 2005 г. по настоящее время. Кафедра открывает в это время подготовку инженеров по специальности «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений». Остро встает вопрос кадрового и материального обеспечения процесса подготовки специалистов по данной специальности. Этот период характеризуется стремительными переменами в системе высшего образования. Меняются образовательные стандарты, вводятся новые образовательные технологии, внедряется двухступенчатая система подготовки кадров: бакалавр — магистр. Происходит объединение технического и классического университетов Екатеринбурга с образованием Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина. Резко изменяется система показателей для оценки качества работы вузов и, следовательно, преподавателей. Упор делается на публикационную активность и международную кооперацию. Ослабляются научные связи с предприятиями. Наблюдается провал в подготовке молодой смены преподавательского состава.

Вместе с тем, несмотря на неопределенность в приоритетах и условиях существования, коллектив кафедры уверенно смотрит в будущее.

*Заведующий кафедрой ЭЭС Ф.Н. Сарапулов
д.т.н., профессор*

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ КАФЕДРЫ «ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»

Кафедра «Электротехника и электротехнологические системы» (до 1994 г. — «Общая электротехника») обеспечивает преподавание электротехнических дисциплин для студентов неэлектротехнических специальностей, поэтому ее зарождение можно отнести к 1921 г., когда впервые в Екатеринбурге электротехнические дисциплины начали преподаваться в Уральском политехническом институте. Организаторами электротехнической подготовки были главный инженер горно-металлургического треста И.Н. Силонов и профессор И.В. Стецула, в том же 1921 г. выступившие инициаторами создания первой электротехнической лаборатории.

Электроснабжение скромной лаборатории осуществлялось постоянным током (110 В) от городской сети. Из восьми лабораторных стендов четыре были по исследованию электрических машин, два — по электроизмерительным приборам (амперметр и вольтметр), один — по зарядке аккумуляторов и один — по измерению силы света угольной лампы накаливания. Переменный ток (220/127 В) появился в г. Свердловске только в 1924 г. По мере появления в институте новых специальностей и увеличения числа студентов лаборатория развивалась.

В 1930 г. после разделения Уральского университета на ряд самостоятельных отраслевых вузов лаборатории и преподаватели электротехники оказались в составе Машиностроительного института, но



Профессор И.В. Стецула



Электротехническая лаборатория, 1923 г.

в дальнейшем были переданы в Уральский энергетический институт. Они обслуживали все специальности энергетического института и других отраслевых вузов.

В 1934 г., когда отраслевые вузы были объединены в Уральский индустриальный институт, Уральский энергетический институт преобразуется в энергетический факультет. В структуре этого факультета была организована кафедра общей электротехники. Заведующим кафедрой был назначен инженер К.А. Аммосов. Коллектив кафедры состоял из трех штатных работников. В 1935 г. на кафедру был направлен доцент Московского автомеханического института Л.В. Бурде.

По его инициативе была создана лаборатория светотехники. Развернулись научно-исследовательские и проектные работы по светотехнике, в частности были выполнены проекты освещения цехов некоторых предприятий, а также актового зала и фойе УПИ.

С 1938 г. Л.В. Бурде возглавил кафедру. Ее штат дополнили Я.И. Дробинин, В.Н. Шилов и др. В годы войны кафедра проводила исследования по оборонной тематике, оказывала практическую помощь промышленности. В послевоенные годы на кафедру пришли выпускники энергофака Р.Н. Милайкина, В.П. Пенязькова, В.С. Мухлынина и др.

С 1953 по 1971 г. кафедрой заведовал доцент Г.П. Кропачев. Создаются новые стенды для лабораторного практикума по различным разделам курса «Общая электротехника».

Появилось новое научное направление — электромагнитное перемешивание расплавов черных металлов, защищено 4 кандидатских диссертации. К началу 1971 г. на кафедре работало 10 преподавателей, из них 3 доцента.

В 1971 г. заведующим кафедрой был избран доктор технических наук, профессор М.Г. Резин.



К.А. Амосов

В начале 1970-х была полностью переоборудована учебная лаборатория с переводом на фронтальный метод проведения занятий. Были созданы унифицированные стенды по исследованию электрических цепей и электрическим измерениям (первая часть курса электротехники), лаборатория электрических машин (вторая часть курса), а также стенды по промышленной электронике, в том числе по цифровым и импульсным устройствам электронной техники.

Над созданием новых лабораторий и методического обеспечения к лабораторному практикуму работали практически все преподаватели кафедры, но основные заслуги принадлежат П.И. Останкову, А.В. Карочкину, Р.Н. Милайкиной и В.Н. Удинцеву.

В этот период увеличивается объем научной работы по электромагнитному воздействию на жидкие металлы (И.А. Кривонищенко, Б.А. Сокунов, Ю.С. Прудников и др.), начались исследования в области линейных асинхронных двигателей (Н.М. Пирумян, М.Г. Мурджикян, А.Ю. Коняев, позднее В.С. Проскуряков, С.В. Соболев, Ю.Р. Урманов и др.).

Открыто отделение проблемной лаборатории по исследованию электрических машин с разомкнутыми магнитопроводами. По результатам исследований защищено 8 кандидатских диссертаций. К началу 1985 г. на кафедре работало 17 преподавателей, из них 1 профессор, 10 доцентов.

В 1985 г. М.Г. Резин передает заведование кафедрой профессору, доктору технических наук Ф.Н. Сарапулову. Научная тематика кафедры расширилась. Начали проводиться исследования по созданию специальных электрических машин и электромагнитных устройств для транспортных и электротехнологических установок. Расширяются научные связи кафедры: ВНИИпроектасбест; ОКБ ЛЭД (Киев); Каменск-Уральский завод ОЦМ; ВОСТИО (Екатеринбург); НПО «Гидротрубопровод» (Москва); ИГД им. Скочинского (Москва); Кольчугинский завод ОЦМ; Пышминский завод химреактивов; Ревдинский завод ОЦМ; Донецкое НПО «Взрывозащищенное электрооборудование», Челябинский трубопрокатный и Первоуральский новотрубный заводы, Уральский ВНИИ коммунального хозяйства, «Уралэлектротяжмаш», Свердловский химмаш,



Л.В. Бурде



Г.Н. Кропачев



М.Г. Резин

СНИТИ, ВНИПТИвагоностроения (Кременчуг) и другие предприятия.

По результатам научных исследований с 1985 по 2005 г. аспирантами, соискателями и сотрудниками кафедры защищено 27 кандидатских и 4 докторских диссертации (Г.К. Смолин, 1992 г.; О.Ю. Сидоров, 1995 г.; А.Ю. Коняев, 1996 г.; И.В. Черных, 2000 г.). На кафедре создается дисплейный класс «Корвет», приобретаются ЭВМ ДВК-ЗМ, IBM, оборудуются различными установками исследовательская лаборатория, открываются классы довузовской подготовки с углубленным изучением электротехники для школьников под руководством А.А. Кленова и В.А. Карташовой.

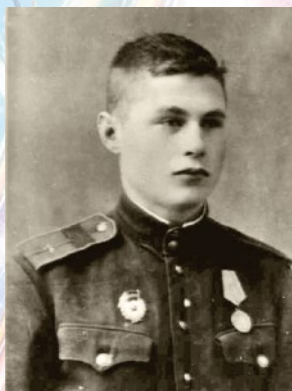
С 1994 г. кафедра становится выпускающей (открыта подготовка инженеров по специальности «Электротехнологические установки и системы») и получает новое название — «Электротехника и электротехнологические системы».

Следует отметить большую работу по подготовке к лицензированию специальности, которую проделали ученый секретарь кафедры Б.А. Сокунов, а также В.А. Карташова и Л.С. Грובה. Новые для кафедры учебные дисциплины разработали и начали преподавать Ф.Н. Сарапулов, Б.А. Сокунов, Т.А. Бегалова, И.В. Черных, С.Л. Назаров, Ю.Р. Урманов, А.Н. Кошкин, В.А. Бегалов, А.Ю. Коняев, Н.М. Пирумян, В.С. Копырин, П.И. Останков. Позднее в работу включились молодые преподаватели: В.Э. Фризен, С.Ф. Сарапулов, Д.Н. Томашевский, С.Е. Миронов.

В последующие годы создаются два компьютерных класса, новая лаборатория электромеханики, лаборатория специальных электротехнологических установок. Возросшее к началу XXI века количество студентов — неэлектриков, изучающих электротехнические дисциплины, резко увеличило нагрузку на электротехнические лаборатории. В связи с этим в 2011–2013 гг. произведен ремонт помещений двух лабораторий, в них установлены новые лабораторные стенды по общей электротехнике и промышленной электронике производства филиала «Росучприбор» (г. Челябинск, ЮУрГУ).



Р.Н. Милайкина



А.В. Карочкин

В 2000–2004 гг. в состав кафедры ЭЭС на правах отдельного цикла входила кафедра теоретической электротехники, которая затем была вновь восстановлена как выпускающая с новым названием «Теоретическая электротехника и технологии электропитания».

В 2005 г. на кафедре началась подготовка инженеров по специальности «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений». К началу 2006 г. на кафедре работали 28 преподавателей, из них 3 профессора, 20 доцентов, 2 старших преподавателя, 1 действительный член Академии электротехнических наук РФ. В филиалах университета работали 2 доцента и 7 ассистентов.

Возросший научный авторитет позволил кафедре организовать целый ряд научно-практических семинаров и научных конференций: «Проблемы электромеханики» (1991), «Вопросы совершенствования электротехнического оборудования и электротехнологий» (1996, 2000), «Энергосберегающая техника и технологии» (с 1998 г. ежегодно), «Проблемы и достижения в промышленной энергетике» (с 2001 г. ежегодно). Основная роль в организации этих конференций принадлежит профессорам Ф.Н. Сарапулову, В.С. Копырину и А.Ю. Коняеву. В 2006, 2011 и 2014 гг., кафедра выступала организатором Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы ресурсо- и энергосберегающих электротехнологий».

В последние несколько лет сотрудники кафедры выполняли разработки и исследования следующих объектов:

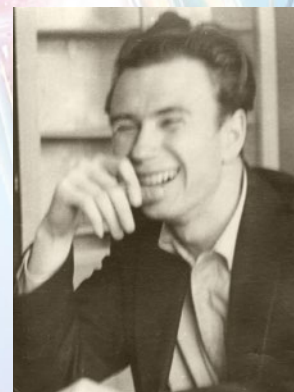
а) энергоэффективных индукционных и, в частности, турбоиндукционных печей, а также установок индукционного нагрева составных заготовок в производстве сверхпроводящих проводов для ЗАО «РЭЛТЕК» (г. Екатеринбург);



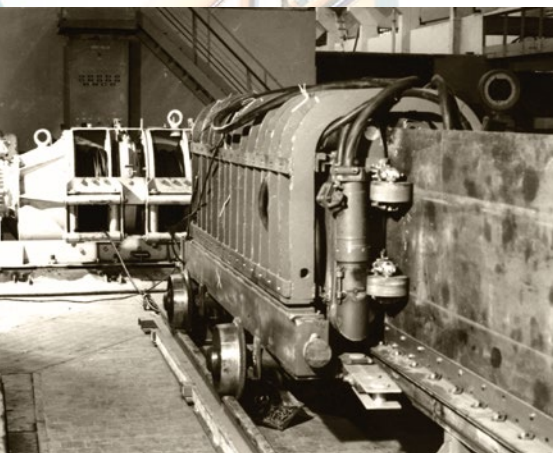
Останков П.И. и Пирумян Н.М.
в лаборатории электрических машин



Ю.С. Прудников, Б.А. Сокунов,
И.А. Кривонищенко



Ф.Н. Сарапулов



Опытный ЛАД для привода
загрузочно-выгрузочной машины

б) установок индукционного нагрева, отработавших тепловыделяющих сборок ядерных реакторов для ОАО «СвердНИИхиммаш» (г. Екатеринбург);

в) электромагнитных перемешивателей расплава в производстве химических источников тока для института высокотемпературной электрохимии УрО РАН, специальных сплавов на предприятии «Уралэлемент» (г. Верхний Уфалей), для установок литья медных и алюминиевых сплавов на ОАО «Каменск-Уральский завод по обработке цветных металлов» и ОАО «Каменск-Уральский металлургический завод» (г. Каменск-Уральский),

г) тяговых линейных электродвигателей для Московской монорельсовой дороги (ОАО «ТЭМП», г. Москва).

Кафедра (совместно с другими кафедрами университета) участвовала в федеральных программах:

- разработка, технологическое и электрофизическое обоснование процессов получения высоколегированных сплавов (в том числе с упрочняющей нанокристаллической структурой) при интенсификации перемешивания в агрегате с вращением шлака и металла;

- разработка теоретических основ и математическое моделирование автоматизированных технологий и агрегатов по производству новых эффективных нано- и конструкционных материалов с приме-



Кафедра «Электротехника и электротехнологические системы», 1997 г.



Кафедра ЭЭС, 1990 г.



Лаборатория
электропитания
и электромеханики

нием плазменных, акустических и индукционных методов обработки;

— создание плавно-заливочного формующего комплекса на базе турбоиндукционных печей для получения фасонных отливок из композиционных материалов методом тиксолитья.

В 2013 г. в УрФУ зарегистрирована ведущая научная школа «Энергосберегающие электромеханические и электротехнологические установки и системы», объединяющая научные коллективы кафедр ЭЭС, ЭМ и ТВН. Ее экспериментальной базой являются совместные лаборатории указанных кафедр.

На базе лаборатории Э-220 создана совместная с кафедрой ТВН учебно-научная лаборатория «Преобразовательная техника и электротехнологии», которая используется для подготовки магистров и аспирантов. В лаборатории размещены и введены в учебный и научно-исследовательский процесс плавно-литейный комплекс с электромагнитным вращателем металлического расплава и кристаллизатором с электромагнитным перемешивателем, магнитогидро-



Объединенный на время (1999–2004) коллектив

динамический насос для транспортировки жидких металлов, ультразвуковая установка, полупроводниковые источники питания для электротермии. Проводятся исследования способов повышения надежности и экономичности работы разборных контактных соединений электротехнического оборудования

На базе лаборатории Э-106 создана учебно-научная лаборатория с установками электродинамической сепарации твердых техногенных и бытовых отходов, предназначенная для научных исследований и для проведения занятий со студентами, магистрантами и аспирантами.

На базе лаборатории Э-101 действует совместная с кафедрой электрических машин лаборатория электромеханики, оборудованная стендом для испытаний электрических машин. Кафедрой создано малое инновационное предприятие «Элтехно», которое занимается разработками по следующим направлениям: энергоэффективный синхронный реактивный электропривод; вентильные индукторные реактивные электродвигатели и электрогенераторы (switched reluctance machines); высокоскоростные электрические машины (скорость вращения 25 000



Всероссийская научно-техническая конференция
«Актуальные проблемы ресурсо- и энергосберегающих электротехнологий», 2014 г.

об/мин и выше); электрические двигатели и генераторы из порошковых композиционных магнитомягких материалов (ПКММ); новые ПКММ и исследование их свойств; преобразователи частоты, специальные электроприводы и системы управления электроприводами.

Совместно с кафедрами электрических машин, техники высоких напряжений, а также кафедрой редких металлов и наноматериалов создан инновационно-внедренческий центр электромеханических и электротехнологических систем (ИВЦ «Электромехтехноком»), ориентированный на разработку и внедрение указанных выше разработок.



Лаборатория Э-220
«Преобразовательная техника и электротехнологии»



Объединенная кафедра «Электротехника и электротехнологические системы», 2015 г.

В настоящее время кафедра сотрудничает с производственными организациями: «Уралэлектромедь», Каменск-Уральский металлургический завод, ЗАО «РЭЛТЕК», ЗАО НП «Знамя», завод «Иолла», предприятие «ПИМЕК», ООО «Роберт Бош», Ижевский механический завод, «Интерскол», Сарапульский электрогенераторный завод и др.

С 2005 по 2015 г. аспирантами, соискателями и сотрудниками кафедры защищено 13 кандидатских и 2 докторских диссертации (С.Ф. Сарапулов — 2011 г., В.Э. Фризен — 2014 г.).

За весь период существования кафедрой подготовлено 49 кандидатов и 8 докторов технических наук; 1220 специалистов (из них 1020 по специальности ЭТУС) и 44 бакалавра (из них 28 по профилю ЭТУС). Издано 12 монографий, более 100 статей в центральных журналах. В настоящее время на кафедре готовят диссертации 9 аспирантов, 1 докторант и 1 соискатель ученой степени.

К началу 2015 г. на кафедре работали 4 доктора технических наук, профессора, 25 кандидатов технических наук, доцентов; 1 старший преподаватель и 5 ассистентов, а также обучались 1 докторант, 9 аспирантов и 4 магистранта.

КАФЕДРЫ ТОЭ И ОЭ

Кафедра «Электротехника и электротехнологические системы» (ЭЭТС) состоит из двух подразделений: «Теоретической электротехники» и «Электротехники и электротехнологических систем». В марте 1998 г. произошло объединение кафедр «Теоретической электротехники» и «Электротехники и электротехнологических систем» в кафедру с общим названием «Электротехника и электротехнологические системы».

Кафедра «Общая электротехника» (ОЭ) (с 1994 г. выпускающая кафедра «Электротехника и электротехнологические системы») была создана в 1934 г., а кафедра «Теоретическая электротехника» (ТЭ) — в 1930 г. после объединения ряда отраслевых институтов в Уральский индустриальный институт.

Первым заведующим кафедры «ОЭ» был назначен инженер К.А. Амосов, и коллектив кафедры состоял из трех штатных работников, а организатором и первым заведующим кафедры «ТЭ» был профессор И.В. Стецула.

Последующие заведующие кафедр: кафедры «ОЭ» — Я.В. Бурде с 1938 г., Г.П. Кропачев — с 1953 г., М.Г. Резин — с 1971 г., Ф.Н. Сарапулов — с 1985 г. по настоящее время; кафедры «ТЭ» — П.В. Борисоглебский — с 1937 г., Д.В. Голубев — с 1938 г., А.А. Янко-Триницкий — с 1945 г., И.М. Серый — с 1975 г., В.В. Белошабский — с 1995 г. до объединения кафедр в марте 1998 г.

Электротехническое образование на Урале было начато в составе Уральского государственного университета (создан декретом от 6 октября 1920 г.) на химико-металлургическом факультете на механической предметной комиссии (современная кафедра); в 1925 г. состоялся первый выпуск пяти инженеров по электротехническому профилю.

Организатором и первым преподавателем электротехнических дисциплин был И.В. Стецула.

В 1930 г. в связи со специализацией вузов специального профиля из состава госуниверситета выделяется Уральский энергетический институт, где создается кафедра «Физические основы электротехники», заведующим которой назначается профессор И.В. Стецула.

ХРОНИКА НАЗНАЧЕНИЙ ЗАВЕДУЮЩИХ КАФЕДРАМИ ТОЭ И ОЭ И ДРУГИЕ СОБЫТИЯ КАФЕДР

Год	Кафедра	Назначение заведующих, другие события
1921	ТОЭ	И.В. СТЕЦУЛА (20.03.1893–02.02.1938), утвержденный Наркомпросом в ученом звании профессора в 1928 г., — первый заведующий кафедрой, переименованной как «Теоретическая электротехника»
1934	ОЭ	К.А. АМОСОВ возглавил кафедру «Общая электротехника», организованную в 1934 г., когда Энергетический институт вошел в состав Уральского индустриального института на правах факультета
1937	ТОЭ	П.В. БОРИСОГЛЕБСКИЙ, кандидат технических наук, доцент, заведовал кафедрой по совместительству (конец 1937–1939 гг.)
1938	ОЭ	Л.В. БУРДЕ, доцент Московского автомеханического института, в 1935 г. направлен на кафедру, которую возглавил в 1938 г. и проработал в этой должности до 1953 г.

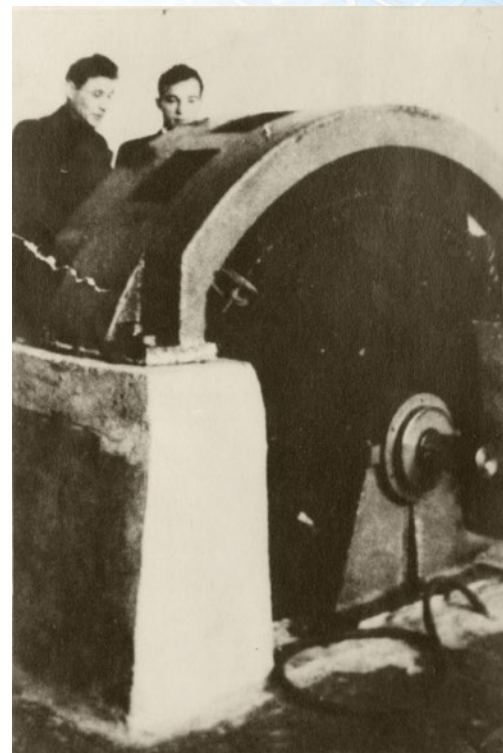
1939	ТОЭ	Д.В. ГОЛУБЕВ, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой с 1939 по 1945 г. В дальнейшем стал доктором технических наук, профессором
1945	ТОЭ	А.А. ЯНКО-ТРИНИЦКИЙ (28.04.1910–05.06.1984), кандидат технических наук (1940), доцент (1941), доктор технических наук (1960), профессор (1960), заведующий кафедрой с 1945 по 1975 г.
1953	ОЭ	Г.П. КРОПАЧЕВ, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой с 1953 по 1971 г. В дальнейшем стал доктором технических наук, профессором
1971	ОЭ	М.Г. РЕЗИН, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой с 1971 по 1985 г.
1975	ТОЭ	И.М. СЕРЫЙ (р. 20.05.1931), кандидат технических наук (1954), доцент (1962), доктор технических наук (1972), профессор (1974), заведовал кафедрой с 1975 по 1995 г.
1985	ОЭ	Ф.Н. САРАПУЛОВ (р. 03.01.1940), кандидат технических наук (1967), доцент (1968), доктор технических наук (1983), профессор (1984), действительный член Академии электротехнических наук РФ (1993), возглавил кафедру в 1985 г.
1994	ОЭ	Начата подготовка инженеров по новой специальности — «Электротехнологические установки и системы». Кафедра становится выпускающей
1995	ТОЭ	В.В. БЕЛОШАБСКИЙ (р. 30.08.1940), кандидат технических наук (1973), старший научный сотрудник (1978), доцент (1991), заведовал кафедрой с 1995 по 1999 г.

1999	ТОЭ, ОЭ	Объединение кафедр «Общая электротехника» и «Теоретические основы электротехники» с образованием кафедры «Электротехника и электротехнологические системы», которую возглавил Ф.Н. САРАПУЛОВ
2004	ТОЭ, ОЭ	Разделение кафедры. Из состава кафедры «Электротехника и электротехнологические системы», которой продолжает заведовать Ф.Н. САРАПУЛОВ, выходит подразделение с образованием кафедры «Теоретическая электротехника и технология электроснабжения» Кафедрой ТОЭ с 2004 по 2006 г. заведовал А.С. БЕРДИН, доктор технических наук, профессор. На кафедре началась подготовка инженеров по новой специальности — «Электроснабжение». Кафедра становится выпускающей
2006	ТОЭ	А.А. АЛЕКСЕЕВ, кандидат технических наук, доцент, заведовал кафедрой с 2006 по 2012 г.
2009	ОЭ	Открывается новое направление подготовки — «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений»
2013	ТОЭ, ОЭ	Объединение кафедр. В связи с образованием Уральского энергетического института электротехнический и теплотехнический факультеты кафедры вновь объединяются под названием «Электротехника и электротехнологические системы». Заведующим по настоящее время остается Ф.Н. САРАПУЛОВ

НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ КАФЕДРЫ

Одними из основоположников работ по исследованию и созданию в нашей стране электродвигателей с разомкнутым магнитопроводом (линейные, дугостаторные) по праву являются профессора Г.И. Штурман и П.А. Фридкин. История распорядилась так, что в годы Великой Отечественной войны оба эти специалиста — электротехника оказались в Свердловске, совмещая работу на производстве с преподавательской деятельностью в Уральском индустриальном институте (ныне ФГАОУ «УрФУ»). Именно под руководством П.А. Фридкина выпускник кафедры электрических машин М.Г. Резин выполнил свою дипломную работу «Проект дугового статора для прокатного стана ВИЗа» (1945).

Начатые совместно с П.А. Фридкиным исследования М.Г. Резин продолжает в аспирантуре кафедры электрических машин под руководством профессора Н.С. Сиунова. В ходе работы создается и исследуется уникальный асинхронный электродвигатель с дуговым статором мощностью около 20 кВт. Результаты этих исследований составили основу диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, защищенной М.Г. Резиным в 1949 г. Признанием высокого уровня работы и интереса к ней со стороны научной общественности явилась публикация основных положений диссертации в центральной печати. Указанные события объективно свидетельствовали о зарождении на кафедре электрических машин нового научного направления «Исследование и разработ-



М.Г. Резин и К.Н. Кононов
около асинхронного
электродвигателя
с дуговым статором
мощностью 20 кВт



М.Г. Резин

ка электрических машин с разомкнутым магнитопроводом», которое в дальнейшем объединило интересы большой группы научных работников и преподавателей ряда кафедр института. Основными исполнителями научных работ в указанном направлении стали преподаватели и сотрудники кафедры общей электротехники (с 1994 г. носит название «Электротехника и электротехнологические системы»), которую с 1971 г. возглавлял профессор Михаил Григорьевич Резин (1915–1991).

По прикладной направленности данные работы можно разделить на две части: 1) разработка и исследование линейных электродвигателей для транспортных и технологических установок; 2) разработка и исследования устройств для электромагнитного воздействия (нагрева, плавки, транспортировки, перемешивания и т.п.) на жидкие металлы.

1. В конце 1960-х гг. на кафедре электрических машин возобновляются работы по исследованию линейных электродвигателей. Во многом это связано с тем, что в этот период времени как за рубежом, так и в нашей стране разворачиваются работы по созданию монорельсового транспорта с приводом от линейных электродвигателей. На кафедре начинает формироваться научная группа,

занимающаяся исследованием линейных электродвигателей. В нее помимо профессора М.Г. Резина вошли аспиранты Н.М. Пирумян и (чуть позже) М.Г. Мурджикян. К разработке теории линейных электродвигателей подключается доцент, кандидат технических наук Ф.Н. Сарапулов, к тому времени перешедший с кафедры машин на должность заведующего кафедрой физики и инженерной электротехники Нижнетагильского филиала УПИ. Существенную поддержку эта научная группа получает в 1972 г. в связи с получением УПИ заказ-наряда Минвуза СССР на научно-исследовательскую работу по теме «Исследование и разработка индукционных машин с разомкнутым магнитопроводом для целей



В.С. Проскуряков, С.В. Соболев

металлургии и транспорта» (утверждена постановлением Государственного комитета СССР по науке и технике от 6 июля 1972 г. № 336) и с появлением в составе проблемной лаборатории электрических машин соответствующей штатной группы.

В это время в проблемную лабораторию электрических машин приходят А.Ю. Коняев, В.С. Проскуряков, С.В. Соболев, а несколько позже — А.А. Емельянов, Ю.Р. Урманов, С.Л. Назаров и М.В. Юрченко. Одновременно в Нижнетагильском филиале УПИ также формируется группа исследователей, в которую вошли В.А. Бегалов, Т.А. Бегалова, Ю.Л. Махорский, а позднее — С.В. Иваницкий и Ю.В. Телешев.

В этот период времени выполняется ряд хозяйственных работ с предприятиями и организациями Урала, развиваются основы теории линейных асинхронных двигателей. Основные достижения в теоретическом плане связаны с созданием математических моделей линейных электродвигателей на основе детализированных магнитных схем замещения, позволяющих наиболее полно отразить основную особенность линейных машин — несимметрию магнитной цепи. Выполняются исследования линейных электродвигателей разных модификаций, отличающихся как по конструкции индукторов, так и по виду вторичного элемента, исследуются различные режимы работы таких двигателей. Результаты исследований линейных электродвигателей используются при создании промышленных и опытных установок. Созданы и эксплуатируются на трубопрокатных заводах Челябинска и Первоуральска рольганговые линейные двигатели для перемещения ферромагнитных труб у трубообрабатывающих станков; совместно с Институтом горного дела Министерства черной металлургии (г. Свердловск) созданы опытные образцы ленточного конвейера и конвейерного поезда с линейными электроприводами; создан первый в стране



Рольганговый линейный двигатель для перемещения стальных труб



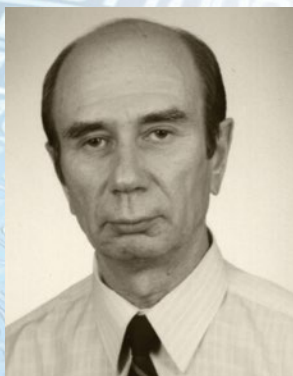
Электродинамический
сепаратор на основе ЛАД

электродинамический сепаратор на основе линейных индукторов для извлечения алюминия из твердых отходов, установленный на Ленинградском заводе по механизированной переработке бытовых отходов; реализованы опытные отрезки промышленных транспортных систем с линейными электроприводами на «Уралвагонзаводе» (г. Нижний Тагил) и на комбинате «Ураласбест» (г. Асбест); создан ряд других опытных установок.

Результаты исследований и разработок линейных электродвигателей были положены в основу кандидатских диссертаций, защищенных практически всеми перечисленными выше научными работниками, и были обобщены в докторской диссертации Ф.Н. Сарапулова «Несимметричные индукционные двигатели с замкнутыми и разомкнутыми магнитопроводами», защищенной в 1982 г.

После структурной реорганизации проблемной лаборатории электрических машин в конце 1970-х гг., когда в ее составе было выделено отделение кафедры общей электротехники, исследования электрических машин с разомкнутым магнитопроводом продолжились на кафедре общей электротехники (с 1994 г. кафедра электротехники и электротехнологических систем) под руководством профессора М.Г. Резина, а затем профессора Ф.Н. Сарапулова.

Достижения научного коллектива УПИ в области исследования линейных электродвигателей не остались незамеченными. В последующие годы научный коллектив привлекался к участию в разработке наиболее значительных для нашей страны проектов в области использования линейных электродвигателей. В частности, в сотрудничестве с ВНИИ взрывозащищенного электрооборудования (г. Донецк), определенному в 1984–1991 гг. как головная организация Минэлектро-

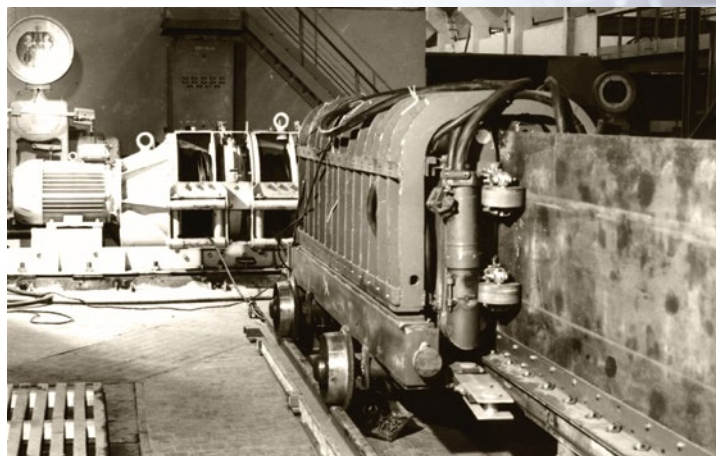


Ф.Н. Сарапулов

технпрома СССР по разработке и созданию линейных электродвигателей, разрабатываются двигатели для привода ряда транспортно-технологических установок: конвейерного поезда, шахтной подъемной установки, загрузочно-выгрузочной машины кольцевой нагревательной печи и т.д (научный руководитель работ — Ф.Н. Сарапулов).

Совместно с ВНИПТИ вагоностроения (г. Кременчуг) в 1989–1992 гг., а позднее с АО «Уралмаш» разрабатывались и создавались линейные электродвигатели для перемещения ферромагнитных листов и натяжения металлических лент в технологических линиях металлургических и машиностроительных заводов (научный руководитель — А.Ю. Коняев). По заданиям ВНИПИ «Транспрогресс», а позднее НПЦ «ТЭМП» (г. Москва) научная группа во главе с Ф.Н. Сарапуловым и В.А. Бегаловым участвовала в разработке, исследованиях и создании промышленных образцов тяговых линейных двигателей для монорельсовых транспортных систем, один из вариантов которой готовится в настоящее время к реализации в г. Москве. В сотрудничестве с АО «Уралэнергоцветмет» разработаны и созданы установки электродинамической сепарации на основе линейных двигателей, отправленные на мусороперерабатывающие заводы Пятигорска и Москвы (научный руководитель — А.Ю. Коняев).

Наличие заказов на разработки линейных электродвигателей со стороны промышленности поддерживает в научном коллективе интерес к развитию теории и исследованиям линейных индукционных машин. Развитие в последние годы вычислительной техники и математического обеспечения (в том числе освоение стандартных пакетов Mathcad, Matlab, Elcut и др.) позволило существенно продвинуть теорию линейных электродвигателей за счет усложнения и уточнения



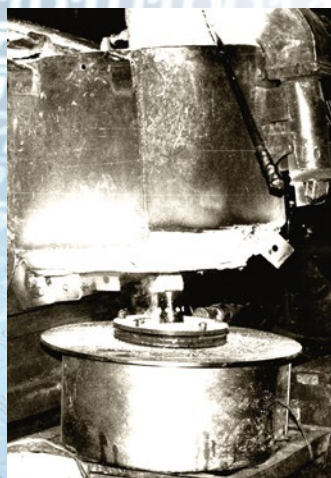
Опытный ЛАД для привода загрузочно-выгрузочной машины



А.Ю. Коняев



Участок монорельсовой
дороги с линейным
электроприводом



Литейная установка
с электромагнитным
перемешивателем

их математических моделей. Такие модели делают возможными расчеты и оптимизацию системы «двигатель — источник питания», расчеты динамических режимов работы двигателей, расчеты взаимосвязанных электромагнитных и тепловых процессов, учет при расчетах специфических особенностей вторичных элементов ряда линейных двигателей (стальной вторичный элемент ограниченной толщины, вторичные

элементы малых (по сравнению с полюсным делением) размеров, вторичные элементы в виде роликов и т.п.). Результаты таких исследований, выполненных в последние годы, нашли отражение в ряде кандидатских диссертаций (В.Н. Удинцев, В.А. Иванушкин, Д.В. Исаков, М.Ю. Кожемякин, С.Ф. Сарапулов, Д.Н. Томашевский, М.В. Пегашкин), а также в докторских диссертациях А.Ю. Коняева «Линейные индукционные машины для технологического электромагнитного воздействия на обрабатываемые электропроводящие изделия и материалы» (1996 г.) и И.В. Черных «Основы теории и моделирование линейного асинхронного двигателя как объекта управления» (2000 г.).

2. Одним из направлений развития электротехнологических процессов является магнитогидродинамическое (МГД) воздействие различного рода в металлургических технологиях. Это МГД-методы и устройства для управления течением и обработкой расплавов с использованием целенаправленного возбуждения в проводящей среде МГД-эффекта посредством приложенных извне магнитных полей. К подобным устройствам относятся различные типы МГД-насосов, регуляторов, клапанов и др., служащие для транспорта, дозирования, перемешивания расплавов, воздействия на структуру затвердевающего металла, и т.п.

Частным применением этого метода являются электромагнитное воздействие (ЭМВ) на структуру затвердевающего металла — электро-

магнитное перемешивание (ЭМП) в процессе кристаллизации, ЭМП в ванне дуговой сталеплавильной печи, а также транспорт жидкого металла.

Кафедра «Электротехника и электротехнологические системы» УГТУ совместно с рядом кафедр университета и других институтов и предприятий в течение продолжительного времени проводит научно-исследовательские и прикладные работы, связанные с проблемой электромагнитного воздействия на жидкие металлы. Как показывает история, развитие электромагнитного воздействия на расплавы занимает значительное место в получении качественных металлов и сплавов. В настоящее время состояние этой проблемы сводится к совокупности частичных теоретических предпосылок и отдельных экспериментальных работ в основном применительно к черным и некоторым легким цветным металлам и сплавам.

Одни из первых работ, проводимых кафедрой ЭЭТС по электромагнитному перемешиванию, были связаны с ЭМП расплавов в дуговых сталеплавильных печах. Сюда можно отнести работы М.Г. Резина, Э.К. Кочнева, на которые ссылаются М.В. Окорочков в своей книге «Электромагнитное перемешивание металлов в дуговых сталеплавильных печах» (изд. 1961 г.), Л.А. Верте — в книге «Электромагнитная разливка и обработка жидкого металла» (изд. 1967 г.), и А.И. Вольдек в монографии «Индукционные гидродинамические машины с жидкометаллическим рабочим телом» (изд. 1970 г.).

В это же время в рамках НИР с промышленными предприятиями проводятся исследования, связанные с определением параметров дуговых статоров для электромагнитного перемешивания на электропечах. Руководителями и исполнителями этих работ являются Г.П. Кропачев, М.Г. Резин, О.М. Ермаков, Ф.И. Андреев, И.А. Кривонищенко и Ю.С. Прудников. В практическом приложении эти работы были направлены на выравнивание температурного поля в объеме ванны печи, снижение ликвации по химическому составу и в ряде случаев для десульфурации.

Немного позднее начинаются работы по электромагнитному перемешиванию специальных сплавов (редких металлов), в частности в



Плоский электромагнит-
ный перемешиватель с
транспозицией фаз

электролизных ваннах для перемешивания жидких катодов с нижним и без нижнего токоподвода при помощи плоского индукционного устройства — электромагнитного перемешивателя с транспозицией фаз, позволяющего организовать сложное движение металла в ванне, например по осям магнитопровода к центру или к краям ванны или четырехконтурное движение в плоскости ванны.

Применение плоского электромагнитного перемешивателя позволило достичь равномерности перемешивания расплава, проведение перемешивания агрессивных расплавов, снизить процент загрязнения продукта электролиза, осуществить постоянное обновление поверхностного слоя расплава, а также упростить конструкцию электролизера.

Как дуговые статоры, так и плоские электромагнитные перемешиватели в основном создавали условия для выравнивания расплава по химсоставу и выносу на поверхность ванны разного рода неметаллических включений.

По результатам описанных выше исследований участники этих НИР защищают диссертации (полный список диссертаций, защищенных на кафедре, см. в приложении 2): М.Г. Резин — докторскую на тему «Разработка и исследование устройств для электромагнитного перемешивания жидких металлов» (1967), кандидатские диссертации защищают И.А. Кривонищенко — «Исследование устройств для электромагнитного перемешивания жидких металлов» (1968), Э.К. Кочнев — «Исследование электромагнитных перемешивающих установок металлургической промышленности» (1971), Ю.С. Прудников — «Исследование устройств для электромагнитного воздействия на расплавы» (1974).

С 1972 г. в группу, связанную с электромагнитным перемешиванием расплавов, входят Б.А. Сокунов (в 1981 г. защитил кандидатскую дис-



Б.А. Сокунов

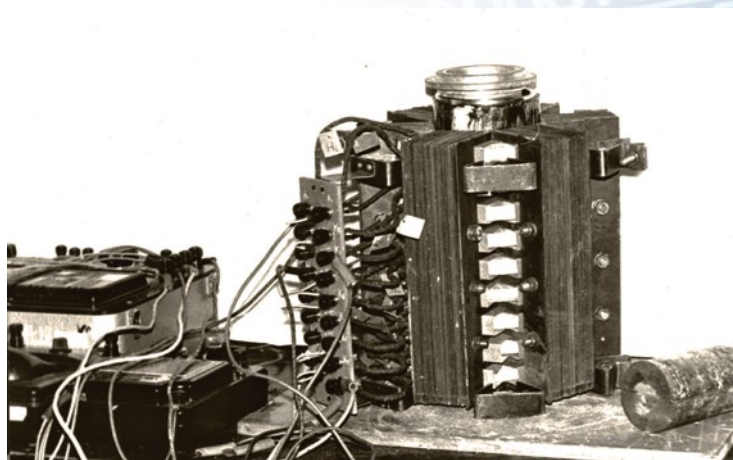
сертацию «Исследование цилиндрических индукторов для электромагнитного воздействия на расплав в кристаллизаторе»), В.А. Карташова и чуть позднее — Н.С. Бендебери и А.И. Кривонищенко (в 1995 г. защитил кандидатскую диссертацию «Короткий цилиндрический индуктор для электромагнитного воздействия на медные сплавы»).

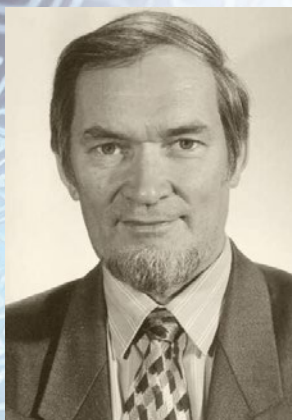
Последующие работы были связаны с электромагнитным перемешиванием жидкой фазы кристаллизующихся слитков круглого, квадратного, прямоугольного сечений из меди и ее сплавов. Электромагнитное перемешивание в процессе кристаллизации позволяет получить мелкозернистую литую структуру, снижение ликвации и загазованности, способствует снижению неметаллических включений в литом металле, что в конечном итоге положительно сказывается на качестве полуфабрикатов и готовых изделий.

Большинство работ проводилось по заказам заводов по обработке цветных металлов в Ревде, Каменске-Уральском, Кольчугино (Московская обл.), Москве, Артемовском (Украина) совместно с институтом «Гипроцветметобработка» и кафедрой «Литейное производство» УГТУ-УПИ. Результаты совместных работ легли в основу кандидатских диссертаций В.С. Токаря, Б.Е. Балукова, Ю.Н. Юрьева (соискатель кафедры ЭЭТС) — специалистов ОАО «Каменск-Уральский завод по обработке цветных металлов».

Также проводились работы по электромагнитному перемешиванию сложных специальных сплавов на заводе «Уралэлемент» (г. Верхний Уфалей), на Березниковском титано-магниево-комбинате (Пермская обл.) и работы по регулированию наполнения сталеразливочных ковшей на Северском трубном заводе (г. Полевской). Последующие работы были связаны с разработкой индукционных насо-

Цилиндрический электромагнитный перемешиватель





Г.К. Смолин

сов для алюминия и цинка, а также устройств для электромагнитного перемешивания алюминия и его сплавов.

В 1987 г. под руководством проф. М.Г. Резина была защищена кандидатская диссертация Г.К. Смолиным «МГД-устройства с пульсирующим и бегущим винтовым магнитным полем». В 1992 г. Г.К. Смолин защитил докторскую диссертацию на тему «Системы трансформаторных и линейно-вихревых асинхронных МГД-устройств», в которой обобщил свои разработки по кондукционным и — в основном — индукционным МГД-генераторам и МГД-насосам, дал их классификацию, способы возбуждения, анализ энергетических показателей.

С применением математических моделей на основе детализированных схем замещения специальных электрических машин с разомкнутым магнитопроводом под руководством заведующего кафедрой ЭЭС профессора Ф.Н. Сарапулова был совершен переход на качественно новый уровень в области исследований и расчетов устройств для электромагнитного перемешивания и транспорта жидких металлов. Комплексные исследования электромагнитных, тепловых и гидромеханических процессов в жидкометаллических расплавах проводил О.Ю. Сидоров. Им разработаны численные математические модели МГД-устройств, в том числе индукционных тигельных и канальных печей, позволяющие производить комплексное моделирование указанных процессов в данных устройствах. В 1995 г. О.Ю. Сидоров защитил докторскую диссертацию на тему «Основы теории и расчет характеристик индукционных электромеханических преобразователей энергии для обработки металлических расплавов». По этой же тематике в 2002 г. защитили кандидатские диссертации С.Ф. Сарапулов — «Математическое моделирование линейных индукционных машин технологического назначения на основе их схем замещения», а также В.В. Иваницкая — «Математическое моделирование электрической цепи индуктора асинхронного двигателя на основе графотопологического подхода».

Значительная часть НИР проводится совместно с ЗАО «РЭЛТЕК» и ОАО «Дата-центр» и связана с созданием многофункциональных плавильных комплексов, включающих в себя индукционную тигельную

печь, электромагнитный вращатель расплава в печи, электромагнитный перемешиватель металла в кристаллизующемся слитке, МГД-насос и вентильный источник питания. По данной тематике получено 6 патентов РФ, защищены кандидатские диссертации В.Э. Фризенном и А.В. Бычковым.

К указанным выше направлениям непосредственно примыкает комплекс работ, связанных с вопросами питания и автоматического управления названными объектами и объединенных тематикой: **«Разработка и исследование полупроводниковых преобразователей для специальных электрохимических, электротермических и электромеханических установок».**

Проводятся работы по математическому моделированию, созданию и исследованию специальных электроприводов и электротехнологических систем с полупроводниковыми преобразователями. В частности, А.А. Ткачук под руководством профессора В.С. Копырина в 1999 г. защитил кандидатскую диссертацию «Исследование переходных процессов инверторного торможения асинхронного двигателя при питании от преобразователя частоты с широтно-импульсной модуляцией», а в 2002 г. А.В. Бобков — работу на тему «Разработка и исследование системы “Трансформатор — управляемый выпрямитель” для электролиза галлия». По данной тематике кафедра активно сотрудничает с ОАО «Каменск-Уральский металлургический завод», БАЗ — филиал ОАО «СУАЛ», филиал «УАЗ-СУАЛ», ЗАО «РЭТК», АО «Уралэнергоцветмет», МУП «Екатеринбургское ТТУ», НПП «Энергия и экология».

Список патентов, опубликованных специалистами кафедры, на конец 2014 г. составляет 29 наименований (см. приложение 1).

Наличие квалифицированных специалистов, их опыт, накопленный в разработке электротехнологических установок, позволили кафедре начать подготовку инженеров по специальности «Электротехнологиче-



Индукционная тигельная печь ЗАО «РЭЛТЕК»



Преподаватели кафедры
ЭЭС с выпускниками

ские установки и системы». В 1999 г. состоялся первый выпуск инженеров этой специальности.

Одним из правил кафедры последних лет стало активное вовлечение в научно-исследовательскую работу студентов старших курсов. Научные работы студентов кафедры ЭЭС неоднократно становились призерами и победителями конкурсов различного уровня, а в 2002 г. студенты А.В. Соколов и А.Ю. Барсуков удостоены медали Всероссийского конкурса научных работ студентов по разделу «Энергетика и электротехника».

Авторитет научного коллектива кафедры ЭЭС постоянно растет, чему немало способствует активное участие научных работников кафедры в международных и всероссийских конференциях. В то же время кафедра сама является организатором постоянных научно-практических семинаров и конференций регионального и всероссийского уровня. В 2006, 2011, 2014 гг. кафедра выступала организатором международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы ресурсо- и энергосберегающих электротехнологий».

НАУЧНЫЕ РАЗРАБОТКИ КАФЕДРЫ

Научно-исследовательская работа выполняется в рамках научной школы «Энергосберегающие электромеханические и электротехнологические установки и системы», основоположниками которой являются профессор Н.С. Сиунов и профессор М.Г. Резин.

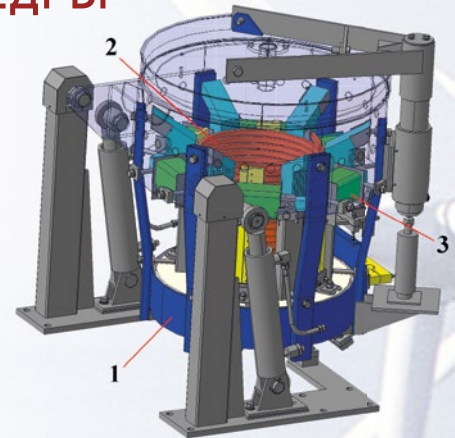
Подготовка кадров высшей квалификации ведется через аспирантуру и докторантуру по научным специальностям: 05.09.01 «Электромеханика и электрические аппараты», 05.09.10 «Электротехнология». На кафедре подготовлено 49 кандидатов и 8 докторов технических наук, издано 12 монографий и опубликовано около 100 статей в центральных журналах, получено 35 изобретений и 20 патентов РФ.

Научные направления — разработка и исследование:

1. Плавильно-литейный комплекс на базе турбоиндукционной печи, предназначенный для получения отливок из металломатричного композиционного материала методом прессования в полутвердом состоянии.

В настоящее время в научных лабораториях появляются новые композиционные металломатричные материалы с улучшенными эксплуатационными свойствами, обусловленными применением микрочастиц, введенных в материал матрицы на этапе плавления. Области их применения — автомобильная и аэрокосмическая отрасль, электроника и приборостроение — там где необходима высокая прочность материала при сохранении малого веса изделия.

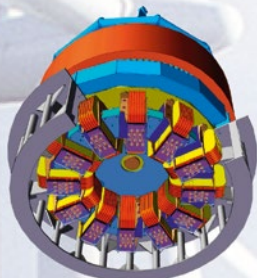
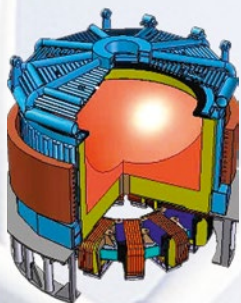
Внедрение материалов, полученных в лабораторных условиях, требует разработки плавильных агрегатов нового поколения, способных



Турбоиндукционная
тигельная печь
2 - индуктор печи,
3 - индуктор вращателя
металла



Электромагнитный
перемешиватель



Многофункциональный
плавильный агрегат

интенсивно перемешивать металл в ванне плавильного агрегата.

Одно из направлений разработок в области специальных плавильных агрегатов — плавильно-литейный комплекс на базе турбоиндукционной печи, предназначенный для получения отливок из металломатричного композиционного материала методом прессования в полутвердом состоянии.

Для получения качественного металла при сокращении времени плавки необходима правильная организация движения металла в печи.

Разработанные коллективом кафедры способы включения многосекционного индуктора и батареи конденсаторов с источником питания традиционной конструкции позволяют получать требуемое движение металла в ванне.

2. Агрегат для технологии жидкофазного восстановления.

Переработка отходов металлургического производства, бедных руд часто нерентабельна при использовании традиционных технологий.

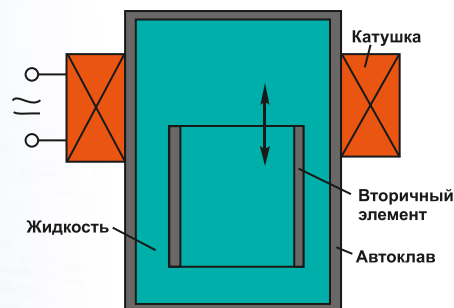
Предлагаемый агрегат позволяет производить поэтапную и глубокую переработку различного оксидосодержащего сырья с получением в качестве продуктов восстановленные ценные металлы (в виде ферросплавов) и плавленный клинкер, используемый при производстве цемента.

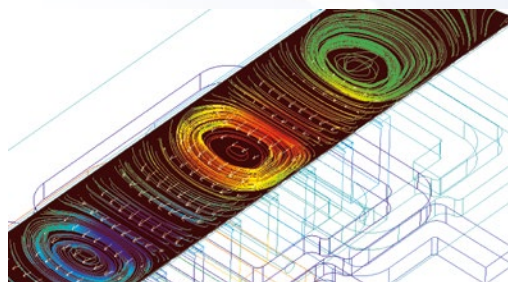
3. Индукционный автоклав

В высокотемпературных химических источниках тока используются сплавы и композиты, в производстве которых необходимо интенсивное перемешивание компонентов, поскольку равномерное распре-



Индукционный
автоклав





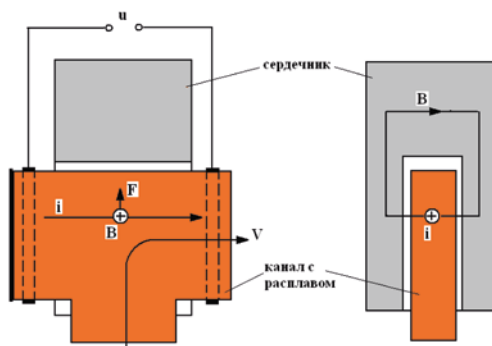
Индукционный МГД-насос и результаты его моделирования (токи в канале)

ление продуктов реакции по объему ванны определяет качество продукта.

Индукционный автоклав предназначен для нагрева и перемешивания реагентов при проведении химических реакций в специальных условиях (при заданных давлении и температуре). Скорость реакций в большой степени зависит от условий перемешивания реагентов. Индукционный автоклав является устройством, позволяющим с большой точностью поддерживать заданные температуру и давление, а также интенсивно перемешивать реагенты без каких-либо перемещений капсулы, в которой находятся данные реагенты.

4. Индукционные насосы

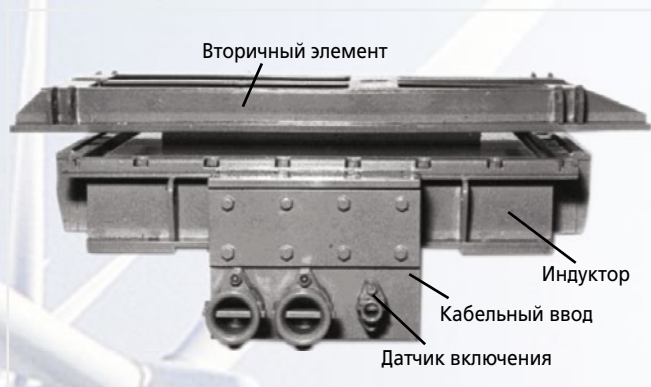
Для транспорта расплавленного металла от металлургического агрегата к месту разлива в ряде случаев удобно использовать магнетогидродинамические насосы индукционного типа, представляющие



Кондукционный насос



Тяговый двигатель монорельсовой дороги



ЛАД конвейерного
поезда

собой линейный асинхронный двигатель с жидкометаллическим вторичным элементом.

Конструкция насоса должна выдерживать длительную работу при высоких температурах

5. Кондукционные насосы

В системах транспорта расплавленного металла важно обеспечить высокую надежность насоса. В наиболее тяжелых условиях в индукционных насосах находится электрическая изоляция.

Для кардинального решения проблем изоляции в зоне высоких температур и ионизирующего излучения было предложено снизить до минимума питающее напряжение, что реализовано в предлагаемых конструкциях кондукционных насосов

6. Линейные транспортные системы

Коллектив кафедры имеет богатый опыт разработки и внедрения линейных транспортных систем на базе линейных синхронных и асинхронных двигателей для цехового транспорта и тяговых двигателей для монорельсового транспорта.

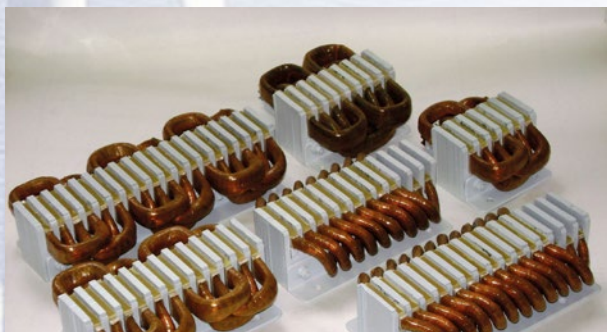
7. Кристаллизаторы с электромагнитным перемешиванием

Электродинамическое (бесконтактное) или акустическое (контактное ультразвуковое) воздействие на кристаллизующийся металл благо-

творно сказывается на измельчении литой структуры, что позволяет избежать дальнейшей механической обработки (прессования) при получении изделий.

Сформированная таким образом структура слитка сохраняется при формообразовании тиксозаготовок в технологии получения деталей из металломатричных композитов.

Лабораторные ЛИМ



На предприятиях были внедрены десятки устройств, для воздействия на жидкую сердцевину кристаллизующихся слитков тяжелых цветных металлов.

Проводились исследования по улучшению структуры слитков из алюминиевых сплавов как в лабораторных условиях, так и в условиях промышленного производства.

8. Электродинамические сепараторы с бегущим магнитным полем

Электродинамические сепараторы с бегущим магнитным полем используются для таких целей, как:

- сепарация цветных металлов из потока смешанных твердых отходов (бытовых или промышленных);
- сортировка лома цветных металлов по группам сплавов;
- сортировка частиц металлических отходов по крупности;
- обогащение алюминиевых шлаков и т.д.

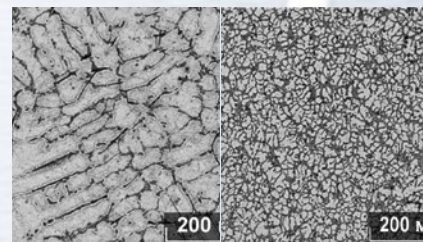
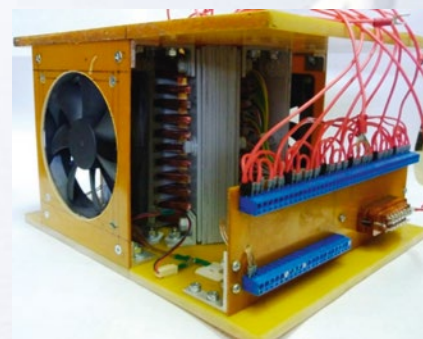
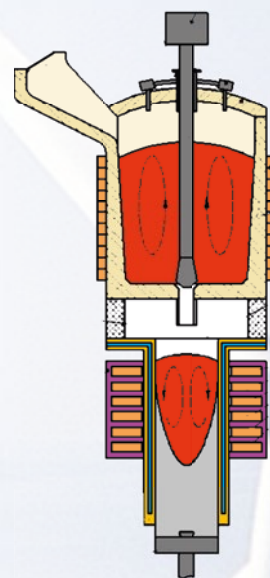
Сотрудники кафедры выполняли разработки и исследования следующих объектов:

а) энергоэффективных индукционных и, в частности, турбоиндукционных печей, а также установок индукционного нагрева составных заготовок в производстве сверхпроводящих проводов для ЗАО «РЭЛТЕК» (г. Екатеринбург);

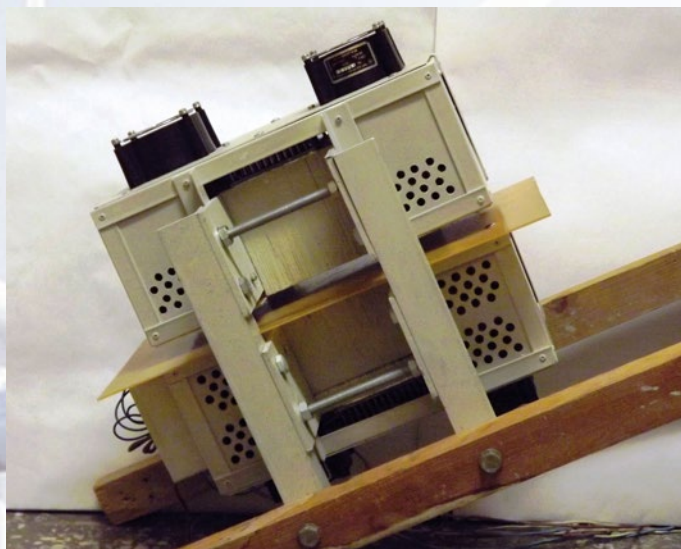
б) установки индукционного нагрева отработавших тепло-выделяющих сборок ядерных реакторов для ОАО «СвердНИИ-химмаш» (г. Екатеринбург);

в) электромагнитных перемешивателей расплава в производстве химических источников тока для института высокотемпературной электрохимии УрО РАН, специальных сплавов на предприятии «Уралэлемент» (г. Верхний Уфалей), для установок литья медных и алюминиевых сплавов на ОАО «Каменск-Уральский завод по обработке цветных металлов» и ОАО «Каменск-Уральский металлургический завод» (г. Каменск-Уральский);

г) тяговых линейных электродвигателей для Московской монорельсовой дороги (ОАО «ТЭМП», г. Москва).



Кристаллизация слитка с применением электромагнитного перемешивания

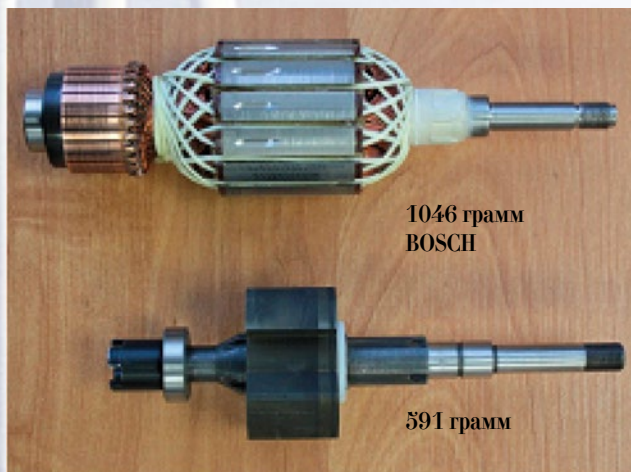


Электродинамические
сепараторы с бегущим
магнитным полем



На базе лаборатории Э-101 действует совместная с кафедрой электрических машин лаборатория электромеханики, оборудованная стендом для испытаний электрических машин. Кафедрой создано малое инновационное предприятие «Элтехно», которое занимается

разработками по следующим направлениям: энергоэффективный синхронный реактивный электропривод; вентильные индукторные реактивные электродвигатели и электрогенераторы (switched reluctance machines); высокоскоростные электрические машины (скорость вращения 25 000 об/мин и выше); электрические двигатели и генераторы из порошковых композиционных магнитомягких материалов (ПКММ); новые ПКММ и исследование их свойств; преобразователи частоты, специальные электроприводы и системы управления электроприводами.



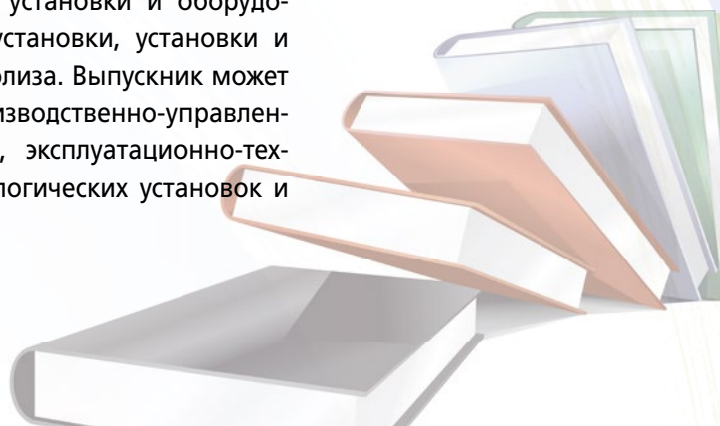
Роторы бесщеточного и коллекторного двигателя BOSCH

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАФЕДРЫ

Общие сведения о профиле «Электротехнологические установки и системы»

Электротехнология — это область науки и техники, связанная с использованием электрической энергии в различных технологических процессах. В электротехнологических установках происходит превращение электрической энергии в другие виды энергии с одновременным осуществлением технологических процессов. Сфера электротехнологии включает в себя электроплавку и приготовление высококачественных сплавов, прямой и индукционный нагрев слитков под прессование и прокатку, получение и обработку полупроводниковых, редкоземельных и драгоценных материалов, высокочастотную закалку стальных изделий, термообработку продуктов в термических и СВЧ-печах, электросварку, электролиз. Учебный план специальности включает дисциплины, изучение которых дает возможность выпускнику трудиться как на промышленных предприятиях, так и на предприятиях и организациях электроэнергетики (электростанциях, электрических сетях и системах).

Объектами профессиональной деятельности специалиста данного профиля являются электротехнологические установки широкого и специального назначения, электросварочные установки и оборудование, электрофизические технологические установки, установки и приборы бытового нагрева, установки электролиза. Выпускник может выполнять проектно-конструкторскую, производственно-управленческую, экспериментально-исследовательскую, эксплуатационно-технологическую работу в области электротехнологических установок и систем.



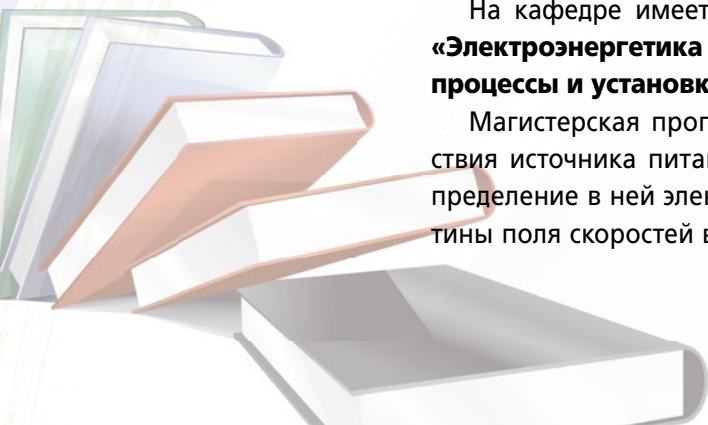
Общие сведения о профиле «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений»

Специфика электрооборудования предприятий, организаций и учреждений разного профиля требует от специалиста широких знаний в области электрооборудования различного типа, умения проектировать системы электроснабжения технологических установок, а также предприятий и организаций в целом, навыков обслуживания этих систем. Объектами профессиональной деятельности выпускника являются: электрическое хозяйство промышленных предприятий, все заводское низковольтное и высоковольтное электрооборудование, электротехнические установки, сети предприятий, организаций и учреждений.

Специалисты данного профиля решают задачи по исследованию, разработке, проектированию, монтажу, наладке и эксплуатации электрооборудования и электрохозяйства, которые включают системы внутризаводского и внутрицехового электроснабжения, приемники электроэнергии: электротехнологические установки и системы, электропривод, полупроводниковые преобразователи энергии, светотехнические установки, а также системы автоматизации управления ими. Специалисты подготовлены для работы в службе главного энергетика, в обязанности которого входит обеспечение надежного функционирования всех энергетических систем предприятия, энергоменеджмент, автоматизация технологического и энергетического оборудования, системы коммерческого и технического учета энергоресурсов, проведение внутренних энергоаудитов, повышение эффективности использования энергоресурсов и энергоносителей

На кафедре имеется **магистратура по специальности 140400 «Электроэнергетика и электротехника. Электротехнологические процессы и установки с системами питания и управления».**

Магистерская программа предусматривает изучение взаимодействия источника питания и электротехнологической установки, распределение в ней электромагнитных и тепловых полей, а также картины поля скоростей в жидкометаллической загрузке, физического и



математического моделирования процессов в электротехнологической системе, синтез систем автоматического управления электротехнологическим комплексом.

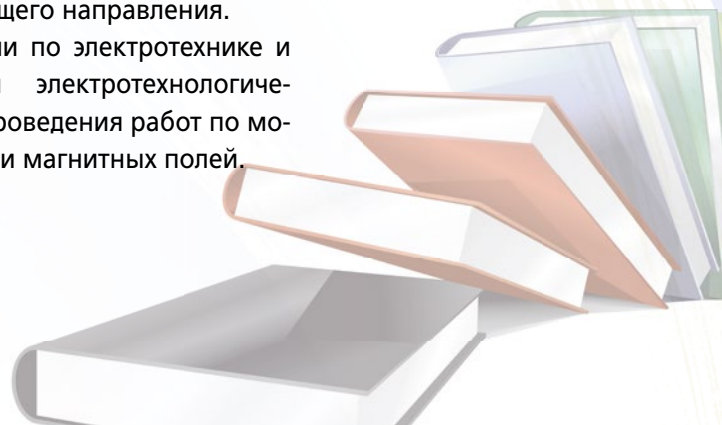
Квалификационная подготовка магистров обеспечивается большим опытом научной работы коллектива кафедры в области математического моделирования электрических, магнитных, тепловых и гидродинамических процессов в электротехнологических установках и источниках питания, наличием лабораторной и вычислительной базы, которые позволяют с первого года обучения организовать индивидуальную научно-исследовательскую работу для всех студентов-магистрантов.

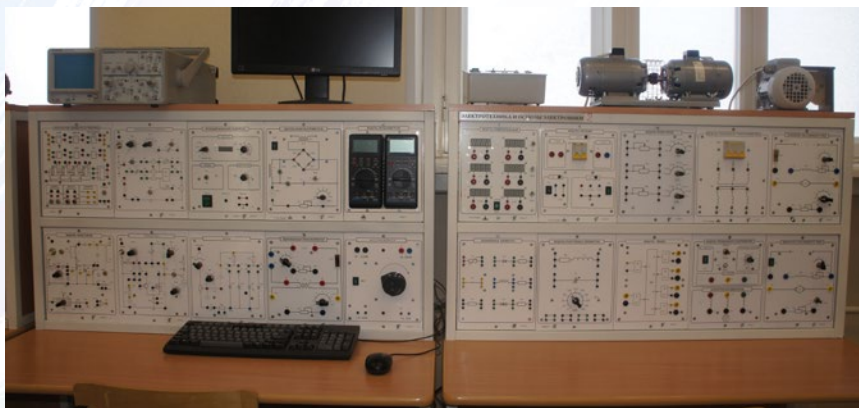
Совместно с Сибирским федеральным университетом, Новосибирским государственным техническим университетом (НЭТИ), Санкт-Петербургским государственным электротехническим университетом (ЛЭТИ) разработаны учебно-методические комплексы для магистров по следующим дисциплинам:

- «Электротермические процессы и установки»;
- «Прикладная магнитная гидродинамика»;
- «Моделирование в электротехнике и электромеханике».

Выпускники магистратуры ориентированы на разработку, проектирование, модернизацию и исследование электротехнологического оборудования для современных технологий получения высококачественных сплавов и продукции машиностроительной отрасли, для электролиза, электросварки, утилизации бытовых и техногенных отходов. Они получают также хорошую подготовку для работы в образовательных и научных организациях соответствующего направления.

На кафедре имеются учебные лаборатории по электротехнике и электронике, электромеханике, специальным электротехнологическим установкам, компьютерные классы для проведения работ по моделированию, методам расчета электрических и магнитных полей.

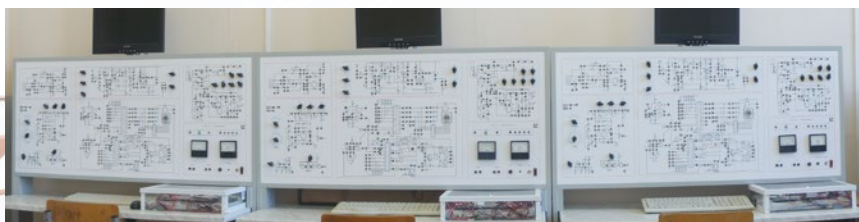




Лаборатория электротехники



Лаборатория электромеханики и электроснабжения



Лаборатория электроники



Дисплейный класс



Лаборатория специальных электротехнологических установок



Лаборатория преобразовательной техники и электротехнологий



Кафедрой издано 49 учебных пособия, разработано 15 мультимедийных учебно-методических комплексов по 15 дисциплинам профиля «Электротехнологические установки и системы». В корпоративной сети вуза размещено 48 учебников и учебных пособий.



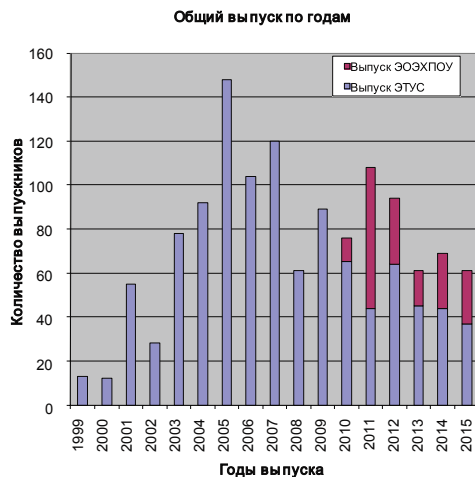


Диаграмма 1. Общие выпуски кафедры по направлениям ЭОЭХПОУ и ЭТУС с 1999 по 2015 г.



Диаграмма 2. Распределение выпускников по квалификациям с 1999 по 2015 г.

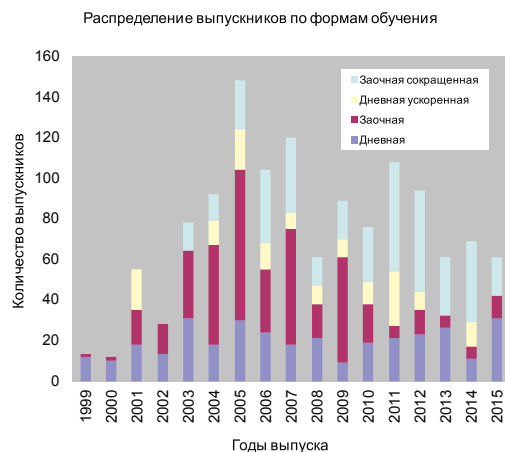


Диаграмма 3. Распределение выпускников по формам обучения с 1999 по 2015 г.

МЕЖДУНАРОДНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАФЕДРЫ

В своей учебной и научной работе кафедра «Электротехники и электротехнологических систем» тесно связана с отечественными, а также с зарубежными университетами, такими как:

- Западнопоморский технологический университет (г. Щецин, Польша);
- Западночешский университет (г. Пльзень, Чехия);
- Ганноверский университет имени Готфрида Вильгельма Лейбница (Германия);
- Павлодарским государственным университетом имени С. Торайгырова (Казахстан).



Западнопоморский технологический университет (Щецин, Польша)



С.Ф. Сарапулов и П. Шымчак с коллегами из России
в Западнопоморском технологическом университете



Президент Общества польских электриков награждает
Ф.Н. Сарапулова медалью 90-летия общества
и вручает портрет М. Доливо-Добровольского



Западночешский университет (Пльзень, Чехия)



Коллеги из Западночешского университета
с сотрудниками кафедры ЭЭС у памятника С.М. Кирову



С.А. Бычков, Ф.Е. Тарасов, В.Э. Фризен
на конференции ISTET (Плзень, Чешская Республика, 2013 г.)



Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова



Ганновский университет
имени Готфрида Вильгельма Лейбница (Германия)



Приглашенные профессора из Западночешского
и Ганновского университетов у директора УралЭНИИ

Совместно с польскими партнерами издана монография (Щецин, 2000 г.), учебное пособие (Екатеринбург, 2005 г.), более 30 статей и докладов, в том числе семь за последние три года, из них четыре — в Польше, проведено 5 международных конференций «Unconventional electromechanical and electrotechnical systems».

Для Узбекистана подготовлено 25 специалистов, в том числе для Навоийского горно-металлургического комбината.

Уральский федеральный университет и кафедра участвуют в работе сетевого университета Шанхайской организации сотрудничества по направлению «Энергетика».

В рамках международного сотрудничества кафедра ведет исследования в следующих направлениях:

- индукционный нагрев, плавка и перемешивание жидких металлов;
- МГД-транспорт и дозирование расплавов;
- магнитоимпульсное воздействие на проводящие и магнитные материалы;
- линейные асинхронные двигатели, вентильные электрические машины;
- электродинамическая сепарация материалов;
- повышение надежности и экономичности разборных электроконтактных соединений.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Список патентов сотрудников кафедры «Электротехника и электротехнологические системы»

1. Кондукционный электромагнитный насос : пат. 2035827 Рос. Федерация : МПК H02K44/04 / Г.К. Смолин, Ф.Н. Сарапулов, Я.Г. Смолин, В.А. Бегалов ; заявитель и патентообладатель Свердловский инженерно-педагогич. ин-т. — № 4888083/25 ; заявл. 06.12.1990 ; опубл. 20.05.1995, Бюл. № 14.
2. Электромагнитный циклон : пат. 2111796 Рос. Федерация : МПК B03C1/00 / В.С. Сапунов [и др.], заявитель и патентообладатель АО «Нижнетагильский металлургический комбинат». — № 96109108/03, заявл. 30.04.1996 ; опубл. 27.05.1998, Бюл. № 15.
3. Способ производства чугуна и шлака : пат. 2165461 Рос. Федерация : МПК7 C21B11/00 / Е.А. Коршунов [и др.], заявитель и патентообладатель ОАО «Уральский институт металлов». — № 99111446/02, заявл. 27.05.1999 ; опубл. 20.04.2001, Бюл. №
4. Агрегат для внепечной обработки металлического и шлакового расплавов : пат. 2172456 Рос. Федерация : МПК7 F27D11/06, F27B14/06, C21C7/00 / Е.А. Коршунов [и др.], заявитель и патентообладатель Коршунов Евгений Алексеевич. — № 99127581/02, заявл. 23.12.1999 ; опубл. 20.08.2001, Бюл. № 23.
5. Способ переработки окисленной никелевой руды : пат. 2185457 Рос. Федерация : МПК7 C22B23/02 / Е.А. Коршунов [и др.], заявитель и патентообладатель Региональное Уральское отделение Академии инженерных наук РФ. — № 2000113705/02, заявл. 26.05.2000 ; опубл. 20.07.2002, Бюл. № 20.
6. Плавильный агрегат : пат. 2207476 Рос. Федерация : МПК7 F27D011/06, F27B014/06 / Е.А. Коршунов [и др.], заявитель и патентоо-

бладатель Коршунов Евгений Алексеевич. — № 2001113326/02, заявл. 14.05.2001 ; опубл. 27.06.2003, Бюл. № 18.

7. Обмотка электрической машины : пат. 2275729 Рос. Федерация : МПК7 H02K003/04, H02K017/16 / П.Ю. Грачев, Ф.Н. Сарапулов, Е.В. Ежова, заявитель и патентообладатель Грачев Павел Юрьевич. — № 2004129946/09, заявл. 15.10.2004 ; опубл. 27.04.2006, Бюл. № 12.

8. Способ переработки шлаков, содержащих оксид титана : пат. 2295582 Рос. Федерация : МПК7 C22B34/12, C22B7/04, C22B4/06 / Е.А. Коршунов [и др.]; заявитель и патентообладатель ООО Фирма «ДАТА-ЦЕНТР». — № 2005120262/02 , заявл. 19.04.2005 ; опубл. 20.03.2007, Бюл. № 8.

9. Способ производства титаносодержащей продукции и устройство для осуществления способа : пат. 2311469 Рос. Федерация : МПК7 C22B34/12, C22B5/04 / Е.А. Коршунов [и др.]; заявитель и патентообладатель ООО Фирма «ДАТА-ЦЕНТР». — № заявки , заявл. 30.06.2005 ; опубл. 27.11.2007, Бюл. № 33.

10. Электроэкоплавильный агрегат : пат. 2333440 Рос. Федерация : МПК F27D11/06, F27D23/04, F27B14/06 / Е.А. Коршунов [и др.]; заявитель и патентообладатель ООО Фирма «ДАТА-ЦЕНТР». — № заявки , заявл. 07.10.2006 ; опубл. 10.09.2008, Бюл. № 25.

11. Многофазная индукционная тигельная печь : пат. 2333439 Рос. Федерация : МПК H05B6/24, H05B6/44 / В.И. Лузгин [и др.]; заявители и патентообладатели ЗАО «Завод РЭЛТЕК», ГОУ ВПО Уральский гос. техн. ун-т — УПИ. — № 2006127708/02, заявл. 31.07.2006 ; опубл. 10.09.2008, Бюл. № 8.

12. Регулятор положения электрода дуговой сталеплавильной печи : пат. 2334926 Рос. Федерация : МПК F27D11/10, H05B7/148 / В.А. Иванушкин, Ф.Н. Сарапулов, В.Н. Кожеуров, Д.В. Исаков, заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО УГТУ-УПИ. — № 2006100972/02, заявл. 10.01.2006 ; опубл. 27.09.2008, Бюл. № 27.

13. Устройство для регулирования температуры электрической печи сопротивления : пат. 2324215 Рос. Федерация : МПК G05D23/19 / В.А. Иванушкин [и др.], заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО УГ-

ТУ-УПИ. — № 2006114322/28; заявл. 26.04.2006 ; опубл. 10.05.2008, Бюл. № 13.

14. Способ переработки концентратов из руды, содержащей оксиды железа, титана и ванадия, и устройство для его осуществления : пат. 2350670 Рос. Федерация : МПК C22B34/12, C22C33/04, F27B14/06 / Е.А. Коршунов [и др.], заявитель и патентообладатель ООО Фирма «ДАТА-ЦЕНТР». — № заявки, заявл. 20.11.2006 ; опубл. 27.03.2009, Бюл. № 9.

15. Задатчик мощности регулятора электрического режима дуговой печи : пат. 2402890 Рос. Федерация : МПК H05B7146 / В.А. Иванушкин [и др.], заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО УГТУ-УПИ. — № заявки, заявл. 31.07.2008 ; опубл. 27.10.2010, Бюл. № 30.

16. Устройство для максимальной токовой защиты ввода на секцию сборных шин : пат. 81604 Рос. Федерация : МПК / В.П. Федотов, Л.А. Федотова, заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «УГТУ-УПИ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина». — № заявки, заявл. 22.07.2008 ; опубл. 20.03.2009, Бюл. № 8.

17. Устройство для автоматического включения секционного выключателя : пат. 2363086 Рос. Федерация ; МПК / В.П. Федотов, Л.А. Федотова, заявитель и патентообладатель ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина». — № заявки, заявл. ; опубл. 27.07.2009, Бюл. № 21.

18. Турбоиндукционная тигельная печь : пат. 2390700 Рос. Федерация : МПК F27B14/08, F27D27/00, H05B6/34 / В.И. Лузгин, А.Ю. Петров, Ф.Н. Сарапулов, С.Ф. Сарапулов, заявитель и патентообладатель ЗАО «РЭЛТЕК». — № заявки, заявл. 16.04.2008 ; опубл. 27.05.2010, Бюл. № 15.

19. Регулятор мощности дуговой сталеплавильной печи : пат. 2448165 Рос. Федерация : МПК C21C5/52, H05B7/148 / В.А. Иванушкин [и др.], заявитель и патентообладатель ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина». — № заявки, заявл. 26.11.2009 ; опубл. 20.04.2012, Бюл. № 11.

20. Высокомоментная вентильно-индукторная реактивная электрическая машина с разделением фаз : пат. 106460 Рос. Федерация : МПК H02K / В.А. Дмитриевский, В.А. Прахт, Ф.Н. Сарапулов, заявители

и патентообладатели В.А. Дмитриевский, В.А. Прахт, Ф.Н. Сарапулов. — № заявки, заявл.; опубл. 28.02.2011. Бюл. №

21. Линейная электрическая машина: пат. 2478252 Рос. Федерация : МПК H02K33/16, H02K41/02, H02K1/06 / И.П. Попов, Ф.Н. Сарапулов, С.Ф. Сарапулов, В.И. Мошкин, заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Курганский гос. ун-т». — № заявки, заявл.; опубл. 27.03.2013, Бюл. № 9.

22. Электрический пресс : пат. 2479431 Рос. Федерация : МПК B30B1/42, B21J7/30 / И.П. Попов, Ф.Н. Сарапулов, С.Ф. Сарапулов, В.И. Мошкин, заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Курганский гос. ун-т». — № заявки, заявл. 28.06.2011 ; опубл. 20.04.2013, Бюл. № 11.

23. Электромагнитный молот : пат. 2479705 Рос. Федерация : МПК E21B1/22, E02D7/02 / И.П. Попов, Ф.Н. Сарапулов, С.Ф. Сарапулов, В.И. Мошкин, заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО «Курганский гос. ун-т». — № заявки, заявл. 28.06.2011 ; опубл. 20.04.2013, Бюл. № 11.

24. Плавно-заливочная установка для получения слитков из композиционных материалов: пат. 128530 Рос. Федерация : МПК B22D11/14 (2006/01) / В.И. Лузгин, А.Ю. Петров, Ф.Н. Сарапулов [и др.], патентообладатель Рос. Федерация, от имени которой выступает гос. заказчик — М-во промышленности и торговли РФ. — Нач. действ. 20.11.2012 ; опубл. 27.05.2013. Бюл. №

25. Способ нанесения металлического покрытия на токопередающие поверхности разборных контактных соединений : пат. 2516189 Рос. Федерация : МПК C23C 26/02, H01R 24/00 / В.В. Гоман, Г.Н. Перельштейн, Ф.Н. Сарапулов, С.А. Федореев, заявитель и патентообладатель ООО «Энкон-сервис». — № заявки, заявл. ; опубл. 20.05.2014, Бюл. № 14.

26. Разборное контактное устройство : пат. 141044 Рос. Федерация : МПК H01R13/02 / Р.Р. Мухаметов, Г.Н. Перельштейн, Ф.Н. Сарапулов, заявитель и патентообладатель ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина». — № заявки, нач. действ. 16.09.2013 ; опубл. 27.05.2014, Бюл. № 15.

27. Устройство для дистанционного управления выключателем : пат. 130759 : МПК H02J13/00 / В.П. Федотов, Л.А. Федотова, заявитель

и патентообладатель ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина». — № заявки, нач. действ. 15.02.2013 ;опубл. 27.07.2013, Бюл. № 21.

28. Устройство для автоматического включения резервной линии электропередачи : пат. 136255 Рос. Федерация : МПК H02J9/06 / В.П. Федотов, Л.А. Федотова, заявитель и патентообладатель ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина». — № заявки, нач. действ. 18.07.2013 ; опубл. 27.12.2013, Бюл. № 36.

29. Устройство для автоматического включения резервной линии электропередачи двухстороннего действия : пат. 146711 Рос. Федерация : МПК H02J9/00, H02J9/06 / В.П. Федотов, Л.А. Федотова, заявитель и патентообладатель ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина». — № заявки, нач. действ. 10.06.2014 ; опубл. 20.10.2014, Бюл. № 29.

Приложение 2

Диссертации, защищенные на кафедре ЭЭТС

Докторские диссертации

1. *Резин М.Г.* Разработка и исследование устройств для электромагнитного воздействия на жидкие металлы / науч. конс. Н.С. Сиунов. УПИ, 1967.

2. *Сарапулов Ф.Н.* Несимметричные индукционные двигатели с замкнутыми и разомкнутыми магнитопроводами (обобщение теории, разработка и внедрение). УПИ, 1982.

3. *Смолин Г.К.* Системы трансформаторных и линейно-вихревых асинхронных МГД-устройств / науч. конс. Ф.Н. Сарапулов. УПИ, 1992.

4. *Сидоров О.Ю.* Основы теории и расчет характеристик индукционных электромеханических преобразователей энергии для обработки металлических расплавов / науч. конс. Ф.Н. Сарапулов. УГТУ-УПИ, 1995.

5. *Коняев А.Ю.* Линейные индукционные машины для технологического электромагнитного воздействия на обрабатываемые электропроводящие изделия и материалы. УГТУ-УПИ, 1996.

6. *Черных И.В.* Основы теории и моделирование линейного асинхронного двигателя как объекта управления / науч. конс. Ф.Н. Сарапулов. УГТУ-УПИ, 1999.

7. *Сарапулов С.Ф.* Индукционные магнитогидродинамические машины технологического назначения для электромеханического воздействия на металлические расплавы / науч. конс. О.Ю. Сидоров. УрФУ, 2011.

8. *Фризен В.Э.* Индукционные комплексы для инновационных электрометаллургических технологий / науч. конс. Ф.Н. Сарапулов. НИУ МЭИ, 2014.

Кандидатские диссертации

Дробинин Я.И. Исследование схем питания установок для электромагнитного перемешивания жидкого металла / науч. рук. Г.П. Кропачев. УПИ, 1963.

Васильев Б.Н. Повышение коэффициента мощности и степени использования преобразовательных установок низкой частоты для питания устройств электромагнитного перемешивания расплавленного металла в ванне дуговой сталеплавильной печи / науч. рук. Г.П. Кропачев. УПИ, 1966.

Кривонищенко И.А. Исследование устройств для электромагнитного перемешивания жидких металлов / науч. рук. Г.П. Кропачев. УПИ, 1968.

Пирумян Н.М. Исследование электромагнитных процессов в линейных асинхронных двигателях в режиме холостого хода / науч. рук. М.Г. Резин, науч. конс. Ф.Н. Сарапулов. УПИ, 1972.

Прудников Ю.С. Исследование устройств для электромагнитного воздействия на расплавы / науч. рук. М.Г. Резин. УПИ, 1974.

Мурджилян М.Г. Исследование асинхронного двигателя с разомкнутым магнитопроводом и петлевой короткозамкнутой обмоткой на вторичном теле / науч. рук. М.Г. Резин, науч. конс. Ф.Н. Сарапулов. УПИ, 1978.

Сокунов Б.А. Исследование цилиндрических индукторов для электромагнитного воздействия на расплав в кристаллизаторе / науч. рук. М.Г. Резин. УПИ, 1979.

Коняев А.Ю. Исследование линейных асинхронных двигателей с массивной ферромагнитной вторичной частью / науч. рук. М.Г. Резин, науч. конс. Ф.Н. Сарапулов. УПИ, 1979.

Проскуряков В.С. Исследование линейных асинхронных двигателей с различной конструкцией вторичной части / науч. рук. М.Г. Резин, науч. конс. Ф.Н. Сарапулов. УПИ, 1980.

Бегалов В.А. Исследование линейных асинхронных двигателей с короткозамкнутой вторичной частью / науч. рук. М.Г. Резин, науч. конс. Ф.Н. Сарапулов. УПИ, 1980.

Махорский Ю.Л. Асинхронные машины с электромагнитной несимметрией индуктора / науч. рук. М.Г. Резин. УПИ, 1985.

Иваницкий С.В. Асинхронные короткозамкнутые электродвигатели с несимметричным вторичным элементом и математическое обеспечение их анализа / науч. рук. М.Г. Резин. УПИ, 1985.

Урманов Ю.Р. Линейный асинхронный двигатель с неравномерным воздушным зазором и фиксацией подвижной части / науч. рук. М.Г. Резин, науч. конс. Ф.Н. Сарапулов. УПИ, 1985.

Соболев С.В. Линейный асинхронный двигатель с многофазными обмотками на вторичном элементе / науч. рук. М.Г. Резин, науч. конс. Ф.Н. Сарапулов. УПИ, 1985.

Телешев Ю.В. Многослойные схемы замещения и автоматизации электромагнитных расчетов линейных индукционных машин для электротехнологии и промышленного транспорта / науч. рук. Ф.Н. Сарапулов. УПИ, 1986.

Бегалова Т.А. Исследование характеристик частотоправляемого линейного асинхронного двигателя / науч. рук. М.Г. Резин, науч. конс. Ф.Н. Сарапулов. УПИ, 1986.

Смолин Г.К. МГД-устройства с пульсирующим и бегущим магнитным полем / науч. рук. М.Г. Резин, науч. конс. Г.Ф. Стрижов. УГТУ-УПИ, 1987.

Юрченко М.В. Формирование характеристик линейных асинхронных двигателей путем совмещения режимов и конструкций / науч. рук. Ф.Н. Сарапулов. УПИ, 1987.

Власов В.В. Торцевой асинхронный двигатель для герметичных приводов / науч. рук. Ф.Н. Сарапулов. УПИ, 1989.

Назаров С.Л. Линейные асинхронные машины с повышенными электромагнитными нагрузками на вторичном элементе с массивным ферромагнитным сердечником / науч. рук. Ф.Н. Сарапулов. УПИ, 1990.

Черных И.В. Передаточные функции и переходные процессы линейного асинхронного двигателя / науч. рук. Ф.Н. Сарапулов. УПИ, 1990.

Таланкин А.А. Исследование электромеханических и информационных свойств управляемого линейного асинхронного двигателя методами математического моделирования / науч. рук. Ф.Н. Сарапулов. УПИ, 1991.

Кривонищенко А.И. Короткий цилиндрический индуктор для электромагнитного воздействия на медные сплавы / науч. рук. Ф.Н. Сарапулов. УГТУ-УПИ, 1995.

Удинцев В.Н. Разработка и исследование линейных индукционных машин для электродинамической сепарации / науч. рук. Ф.Н. Сарапулов. УГТУ-УПИ, 1997.

Ткачук А.А. Исследование переходных процессов инверторного торможения асинхронного двигателя при питании от преобразователя частоты с широтно-импульсной модуляцией / науч. рук. Ф.Н. Сарапулов, В.С. Копырин. УГТУ-УПИ, 1999.

Иванушкин В.А. Динамические модели и детализированные структуры электромеханических систем на основе специальных индукционных машин / науч. рук. Ф.Н. Сарапулов. УГТУ-УПИ, 1999.

Исаков Д.В. Формирование вычислительных моделей и анализ электромеханических систем с линейными асинхронными двигателями на основе детализированных структурных схем / науч. рук. Ф.Н. Сарапулов. УГТУ-УПИ, 2000.

Юрьев Ю.Н. Линейные индукционные машины для электромагнитного воздействия на кристаллизационный слиток / науч. рук. Ф.Н. Сарапулов. УГТУ-УПИ, 2000.

Кожемякин М.Ю. Исследование линейных индукционных машин для электродинамической сепарации мелкой фракции твердых отходов / науч. рук. А.Ю. Коняев. УГТУ-УПИ, 2001.

Томашевский Д.Н. Разработка математических моделей для исследования электромеханических и тепловых процессов линейных электродвигателей импульсного действия / науч. рук. Ф.Н. Сарапулов. УГТУ-УПИ, 2002.

Сарапулов С.Ф. Математическое моделирование линейных индукционных машин технологического назначения на основе их схем замещения / науч. рук. О.Ю. Сидоров. УГТУ-УПИ, 2002.

Иваницкая В.В. Математическое моделирование электрической цепи индуктора асинхронного двигателя на основе графотопологического подхода / науч. рук. Ф.Н. Сарапулов. Великий Новгород, 2002.

Бобков А.В. Разработка и исследование системы «трансформатор — управляемый выпрямитель» для электролиза галлия / науч. рук. Ф.Н. Сарапулов, В.С. Копырин. УГТУ-УПИ, 2002.

Бычков А.В. Трехфазный двухручьевого индукционный магнитогидродинамический насос / науч. рук. Ф.Н. Сарапулов. УГТУ-УПИ, 2003.

Фризен В.Э. Исследование электромеханических процессов в индукционной МГД-установке / науч. рук. Ф.Н. Сарапулов, науч. конс. Б.А. Сокунов. УГТУ-УПИ, 2003.

Семенов В.А. Математическое моделирование и практическое применение установки для электромагнитной обработки каменноугольной смолы в потоке / науч. рук. О.Ю. Сидоров. УГТУ-УПИ, 2003.

Пегашкин М.В. Линейные асинхронные двигатели для торможения прокатных изделий / науч. рук. А.Ю. Коняев. УГТУ-УПИ, 2003.

Мезенин С.М. Динамические модели печей сопротивления на основе ДСЗ и совершенствование автоматизированной системы управления электронагревом / науч. рук. Ф.Н. Сарапулов. УГТУ-УПИ, 2005.

Соколов В.В. Цилиндрические линейные асинхронные двигатели для привода погружных плунжерных насосов / науч. рук. А.Ю. Коняев. УГТУ-УПИ, 2006.

Гоман В.В. Тепловые процессы в линейных асинхронных двигателях и их математическое моделирование / науч. рук. Ф.Н. Сарапулов, науч. конс. С.В. Иваницкий. УГТУ-УПИ, 2006.

Федореев С.А. Динамические режимы работы асинхронного двигателя с разомкнутым магнитопроводом и их математическое моделирование / науч. рук. Ф.Н. Сарапулов, науч. конс. С.В. Иваницкий. УГТУ-УПИ, 2006.

Дмитриевский В.А. Исследование индукционных машин с разомкнутым магнитопроводом на основе теории поля и теории цепей / науч. рук. Ф.Н. Сарапулов, науч. конс. С.В. Иваницкий. УГТУ-УПИ, 2007.

Петров А.Ю. Система индукционного нагрева трубных заготовок и формирование эффективных режимов ее работы / науч. рук. Ф.Н. Сарапулов, науч. конс. В.И. Лузгин. УГТУ-УПИ, 2007.

Кожеуров В.Н. Повышение точности системы управления приводом перемещения электродов дуговой сталеплавильной печи за счет позиционирования нелинейной характеристики регулятора / науч. рук. Ф.Н. Сарапулов, науч. конс. В.А. Иванушкин. УГТУ-УПИ, 2007.

Практ В.А. Совершенствование системы управления и математическое моделирование установки индукционного нагрева трубных заготовок / науч. рук. Ф.Н. Сарапулов, науч. конс. С.В. Иваницкий. УГТУ-УПИ, 2007.

Идиятулин А.А. Разработка индукционного вращателя жидкометаллической загрузки плавильного агрегата и исследование его электромагнитных и гидродинамических характеристик / науч. рук. Ф.Н. Сарапулов. УрФУ, 2010.

Мионов С.Е. Исследование характеристик тягового линейного асинхронного двигателя для городского транспорта / науч. рук. Ф.Н. Сарапулов, науч. конс. В.А. Бегалов. УрФУ, 2010.

Бычков С.А. Исследование электромагнитного перемешивателя цветных металлов и сплавов в процессе кристаллизации / науч. рук. Ф.Н. Сарапулов, науч. конс. Б.А. Сокунов. УрФУ, 2011.

Маркин Н.Е. Повышение эффективности электродинамических сепараторов с бегущим магнитным полем / науч. рук. А.Ю. Коняев. УрФУ, 2011.

Фаткуллин С.М. Формирование энергоэффективных режимов работы индукционного плавильного агрегата / науч. рук. Ф.Н. Сарапулов, науч. конс. В.Э. Фризен. УрФУ, 2011.

Приложение 3

Научные и учебно-методические труды кафедры ЭЭС

Научные издания

1. Справочник электроэнергетики предприятий цветной металлургии / под ред. М.Я. Басалыгина, В.С. Копырина. М.: Металлургия, 1991. 384 с.
2. Веселовский О.Н., Коняев А.Ю., Сарапулов Ф.Н. Линейные асинхронные двигатели / М.: Энергоатомиздат, 1991. 256 с.
3. Иванушкин В.А., Сарапулов Ф.Н., Шымчак П. Структурное моделирование электромеханических систем и их элементов. Щецин: ЩТУ, 2000. 310 с.
4. Сарапулов Ф.Н., Черных И.В. Основы теории и моделирования линейного асинхронного двигателя как объекта управления. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 1999. 228 с.
5. Электромеханика Урала: прошлое и настоящее / В.И. Денисенко, А.Т. Пластун, А.Ю. Коняев и др. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2003. 348 с.
6. Электротехнический факультет УГТУ-УПИ: страницы истории / П.И. Бартоломей, А.С. Бердин, И.Я. Браславский и др. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2006. 136 с.
7. Научные разработки УГТУ-УПИ в области электроэнергетики и электротехники / П.И. Бартоломей, А.С. Бердин, И.Я. Браславский и др. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2006. 90 с.
8. Кафедра электрических машин: вчера, сегодня, завтра / В.И. Денисенко, А.Ю. Коняев, Ф.Н. Сарапулов и др. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2007. 233 с.

9. Структурное моделирование электротехнологических систем и механизмов / В.А. Иванушкин, Ф.Н. Сарапулов, В.Н. Кожеуров, Д.В. Исаков. Н. Тагил: НТИ (ф) УГТУ-УПИ, 2007. 393 с.

10. Сидоров О.Ю., Сарапулов Ф.Н., Сарапулов С.Ф. Методы конечных элементов и конечных разностей в электромеханике и электротехнологии. М.: Энергоатомиздат, 2010. 331 с.

11. Прахт В., Дмитриевский В., Сарапулов Ф. Индукционный нагрев движущихся стальных трубных заготовок. Математическое моделирование и система управления. LAMBERT Academic Publishing, 2011. 155 pp. ISBN 978-3-8443-5439-3.

12. Гоман В., Иваницкий С., Сарапулов Ф. Линейные асинхронные двигатели транспортных и технологических машин. Моделирование тепловых процессов. LAMBERT Academic Publishing, 2012. 239 p. ISBN 978-3-8473-4548-0.

13. Дмитриевский В., Сарапулов Ф., Иваницкий С. Математическое исследование линейных асинхронных двигателей. LAMBERT Academic Publishing, 2013. 196 p. ISBN 978-3-8473-4548-0.

14. Дмитриевский В.А., Прахт В.А. Компьютерные алгоритмы и обработка данных. LAMBERT Academic Publishing, 2014. 124 с. ISBN 978-3-659-62764-4.

Учебные пособия

1. Математическое моделирование линейных индукционных машин: учеб. пособие / Ф.Н. Сарапулов, С.В. Иваницкий, С.В. Карась и др. Свердловск: УПИ, 1988. 100 с.

2. Расчет статических характеристик линейных асинхронных машин: учеб. пособие / Ф.Н. Сарапулов, В.А. Бегалов, С.В. Иваницкий, Ю.В. Телешев. Свердловск: УПИ, 1989. 104 с.

3. Сарапулов Ф.Н., Черных И.В. Передаточные функции и структурные схемы линейных асинхронных двигателей: учеб. пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 1992. 100 с.

4. Сарапулов Ф.Н., Сидоров О.Ю. Магнитогидродинамические машины с бегущим или пульсирующим магнитным полем: учеб. пособие. Екатеринбург: УГТУ, 1994. 206 с.

5. *Коняев А.Ю., Назаров С.Л.* Магнитные и электрические методы обогащения сырья и переработки отходов: учеб. пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 1995. 88 с.
6. *Сарапулов Ф.Н., Телешев Ю.В., Тимофеев В.Л.* Системы управления реляционными базами данных: учеб. пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 1995. 144 с.
7. *Сарапулов Ф.Н.* Введение в специальность «Электротехнологические установки и системы»: учеб. пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 1997. 92 с.
8. *Карташова В.А.* Электротехника: учеб. пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 1997. 400 с.
9. *Сарапулов Ф.Н.* Расчет параметров цепей электротехнических установок: учеб. пособие. Екатеринбург: УГТУ, 1999. 83 с.
10. *Сарапулов Ф.Н.* Расчет мощностей и электромагнитных сил в установках индукционного нагрева: учеб. пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 1998. 89 с.
11. *Сатдыкова Е.Ю.* Механический расчет магнитопровода различных типов трансформаторов: учеб. пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2001. 92 с.
12. *Сарапулов Ф.Н., Сарапулов С.Ф., Шымчак П.* Математические модели линейных индукционных машин на основе схем замещения: учеб. пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2001. 236 с.
13. Индукционные тигельные печи: учеб. пособие / Л.И. Иванова, Л.С. Грובה, Б.А. Сокунов, С.Ф. Сарапулов. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2002. 87 с.
14. *Иванова Л.И., Грובה Л.С., Сокунов Б.А.* Индукционные канальные печи: учеб. пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2002. 105 с.
15. Электротехнологическая виртуальная лаборатория: учеб. пособие / Ф.Н. Сарапулов, С.Ф. Сарапулов, Д.Н. Томашевский и др. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2003. 233 с.
16. *Бегалов В.А., Проскуряков В.С., Щелоков Я.М.* Вопросы энергосбережения при теплоснабжении помещений: учеб. пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2004. 80 с.

17. Вопросы энергоэффективности в системах освещения: учеб. пособие / В.А. Бегалов, Р.В. Молотилов, В.С. Проскуряков. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2004. 104 с.

18. Элементы систем автоматизированного электропривода сельскохозяйственных машин, агрегатов и поточных линий: учеб. для вузов / Б.Б. Утегулов, С.А. Кешуов, В.С. Копырин, В.П. Марковский; под ред. Б.Б. Утегулова. Павлодар: ПГУ им. С. Торайгырова, 2004. 200 с.

19. *Сарапулов Ф.Н., Сарапулов С.Ф., Шымчак П.* Математические модели линейных индукционных машин на основе схем замещения: учеб. пособие. 2-е изд., перераб и доп. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2005. 431 с.

20. Плавильные комплексы на основе индукционных тигельных печей и их математическое моделирование: учеб. пособие / В.И. Лузгин, С.Ф. Сарапулов, Ф.Н. Сарапулов и др. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2005. 464 с.

21. *Федонов С.В., Пирумян Н.М.* Техническая эксплуатация электротермических установок: учеб. пособие. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2005. 76 с.

22. Исследование статических характеристик электроприводов: учеб. пособие / Н.И. Томашевский, Д.Н. Томашевский, А.А. Емельянов и др. Екатеринбург: РГППУ, 2006. 132 с. Гриф УМО.

23. Разработка электроприводов производственных механизмов: учеб. пособие / Н.И. Томашевский, Д.Н. Томашевский, А.А. Емельянов и др. Екатеринбург: РГППУ, 2006. 229 с. Гриф УМО.

24. *Мезенин С.М.* Энергосбережение в быту: учеб. пособие. Верхняя Салда: ВСМК, 2006. 27 с.

25. *Томашевский Н.И., Томашевский Д.Н., Емельянов А.А.* Электромеханические свойства и энергетика электроприводов: учеб. пособие. Екатеринбург: РГППУ, 2007. 242 с. Гриф УМО.

26. *Коняев А.Ю.* Электротехнологические методы и установки природоохранных технологий: учеб. пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. 101 с.

27. *Сарапулов Ф.Н., Томашевский Д.Н.* Теория электромагнитного поля в технических приложениях: учеб. пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. 248 с. Гриф УМО.
28. *Сокунов Б.А., Грובה Л.С.* Электрошлаковые процессы: учеб. пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. 116 с. Гриф УМО.
29. *Проскуряков В.С., Соболев С.В., Хрулькова Н.В.* Электрические цепи постоянного тока: учеб. пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. 46 с.
30. *Проскуряков В.С., Соболев С.В., Хрулькова Н.В.* Электрические цепи синусоидального тока: учеб. пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. 73 с.
31. *Проскуряков В.С., Соболев С.В., Хрулькова Н.В.* Трехфазные электрические цепи: учеб. пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. 42 с.
32. *Проскуряков В.С., Соболев С.В., Хрулькова Н.В.* Трансформатор: учеб. пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2007. 46 с.
33. Структурное моделирование тепловых процессов в электро-термических установках: учеб. пособие / В.В. Гоман, С.М. Мезенин, В.А. Прахт и др.; под общ. ред. Ф.Н. Сарапулова. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2009. 343 с. Гриф УМО.
34. *Томашевский Д.Н.* Элементная база полупроводниковых преобразователей: учеб. пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. 142 с. Гриф УМО.
35. *Томашевский Д.Н.* Автономные инверторы: учеб. пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. 126 с. Гриф УМО.
36. *Федонов С.В., Пирумян Н.М.* Техническая эксплуатация электроустановок промышленного предприятия: учеб. пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. 219 с. Гриф УМО.
37. *Кошкин А.Н., Федотова Л.А.* Электроснабжение и электрооборудование промышленных предприятий: учеб.-метод. пособие. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2010. 101 с.
38. *Гоман В.В.* Безопасность жизнедеятельности. Технические расчеты параметров электробезопасности: учеб. пособие по выполнению раздела ВКР. Нижний Тагил: НТИ (ф) УГТУ-УПИ, 2010. 108 с.

39. *Канцлер С.В., Пирумян Н.М.* Техническая эксплуатация электрооборудования индукционной канальной печи: учеб. пособие. Екатеринбург: УрФУ, 2011. 105 с. Гриф УМО.

40. *Прахт В.А., Дмитриевский В.А., Сарапулов Ф.Н.* Моделирование тепловых и электромагнитных процессов в электротехнических установках. Программа Comsol: учеб. пособие / под общ. ред. Ф.Н. Сарапулова. М.: Спутник+, 2011. 158 с.

41. *Пирумян Н.М., Идиятулин А.А.* Вопросы организации и производства электромонтажных работ: учеб. пособие. Екатеринбург: УрФУ, 2012. 181 с.

42. Электродинамические сепараторы с бегущим магнитным полем: основы теории и расчета: учеб. пособие / А.Ю. Коняев, И.А. Коняев, Н.Е. Маркин, С.Л. Назаров; под общ. ред. А.Ю. Коняева. Екатеринбург: УрФУ, 2012. 104 с.

43. *Томашевский Д.Н.* Моделирование электротехнических установок и систем: учеб. пособие. Екатеринбург: УрФУ, 2012. 271 с.

44. *Лобунец О.Д.* Электротехника в экспериментах: учеб. пособие по моделированию электрических цепей в приложении Multisim 10.1.1. Екатеринбург: УрФУ, 2012. 105 с.

45. *Тарасов Ф.Е., Гоман В.В.* Проектирование и расчет систем искусственного освещения. Екатеринбург: УрФУ, 2013. 76 с.

46. *Федотова Л.А., Федотов В.П., Старосельников С.С.* Проектирование микропроцессорных защит электрических сетей напряжением 110–220 кВ. Екатеринбург: УрФУ. 2013 г. 196 с.

47. *Коняев А.Ю., Коняев И.А.* Трансформаторы и асинхронные двигатели: лабораторный практикум. Екатеринбург: УрФУ. 2013. 48 с.

48. *Федотова Л.А., Федотов В.П.* Проектирование микропроцессорных защит генераторов и блоков генератор-трансформатор. Екатеринбург: УрФУ, 2014. 192 с.

49. Методы расчета электрических и магнитных полей / В.Э. Фризен, И.В. Черных, С.А. Бычков, Ф.Е. Тарасов. Екатеринбург: УрФУ, 2014. 176 с.

Мультимедийные учебно-методические комплексы

1. *Фризен В.Э., Черных И.В.* Учебно-методический комплекс дисциплины «Методы расчета электрических и магнитных полей»: учеб.-метод. электр. изд. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2005.
2. *Сарапулов Ф.Н., Томашевский Д.Н.* Учебно-методический комплекс дисциплины «Теория электромагнитного поля»: учеб.-метод. электр. изд. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2005.
3. *Сарапулов Ф.Н., Сарапулов С.Ф.* Учебно-методический комплекс дисциплины «Специальные электротехнологические установки»: учеб.-метод. электр. изд. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2005.
4. *Бегалов В.А., Проскуряков В.С.* Учебно-методический комплекс дисциплины «Электрическое освещение»: учеб.-метод. электр. изд. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2006.
5. *Проскуряков В.С., Соболев С.В., Юрченко М.В.* Учебно-методический комплекс дисциплины «Электротехника и электроника». Ч.1: Электротехника: учеб.-метод. электр. изд. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2006.
6. Учебно-методический комплекс дисциплины «Электрические машины» для специальности 180500: учеб.-метод. электр. изд. / В.С. Проскуряков, С.В. Соболев, В.Н. Удинцев, М.В. Юрченко. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2006.
7. *Удинцев В.Н., Проскуряков В.С.* Учебно-методический комплекс дисциплины «Компьютерная и микропроцессорная техника в электро-технологии»: учеб.-метод. электр. изд. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2006.
8. *Томашевский Д.Н.* Учебно-методический комплекс дисциплины «Источники питания» Ч. 2: учеб.-метод. электр. изд. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2006.
9. *Томашевский Д.Н.* Учебно-методический комплекс дисциплины «Силовая электроника» учеб.-метод. электр. изд. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2006.
10. *Томашевский Д.Н.* Учебно-методический комплекс дисциплины «Моделирование ЭТУ» Ч. 2): учеб.-метод. электр. изд. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2006.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	
История создания кафедры «Электротехника и электротехнологические системы»	
Кафедры ТОЭ и ОЭ	
Научные направления кафедры	
Научные разработки кафедры	
Учебно-методическая деятельность кафедры	
Международная деятельность кафедры	
<i>Приложение 1. Список патентов сотрудников кафедры ЭЭС</i>	
<i>Приложение 2. Диссертации, защищенные на кафедре ЭЭС</i>	
<i>Приложение 3. Научные и учебно-методические труды кафедры ЭЭС</i>	

КАФЕДРА «ЭЛЕКТРОТЕХНИКА
И ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»
В ГОД 80-ЛЕТИЯ

Издательство АМБ
620026, г. Екатеринбург, ул. Розы Люксембург, 59
Тел.: (343) 251-65-91, 251-65-95

Президент АМБ Владимир Лобок

Редактор, корректор Марта Шарлай
Макет, верстка, обработка изображений

Подписано в печать

Усл. печ. л.

Тираж

Формат

Заказ №

Отпечатано в типографии АМБ
620144, г. Екатеринбург, ул. Щорса, 7
Тел.: (343) 251-65-91, 251-65-95